



**YAKIN ALAN İLETİŞİM TEKNOLOJİSİNİN SAĞLIK ALANINDA  
KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ**

**Songül KIZGIN ERKİZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2018**

Songül KIZGIN ERKİZ tarafından hazırlanan "YAKIN ALAN İLETİŞİM TEKNOLOJİSİNİN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Elektronik Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Aysun COŞKUN

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....



**Başkan:** Prof. Dr. Mahir DURSUN

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

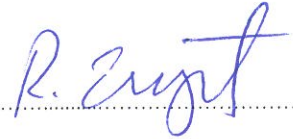
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....



**Üye:** Doç. Dr. Recep ERYİĞİT

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....



**Tez Savunma Tarihi:** 26/06/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

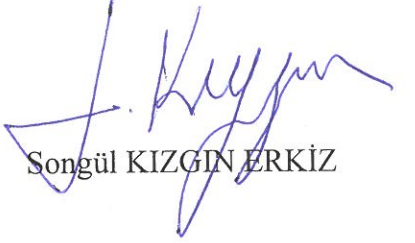
.....

Doç. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ

Bilişim Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

- Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;
  - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Songül KIZGIN ERKİZ

**YAKIN ALAN İLETİŞİM TEKNOLOJİSİNİN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI  
ÜZERİNE ARAŞTIRMA VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

Songül KIZGIN ERKİZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2018

**ÖZET**

Yakın alan iletişim (Near Field Communication, NFC) teknolojisi otomatik tanımlama teknolojileri arasında giderek büyüyen bir teknolojidir. Son yıllarda bilgi teknolojisi toplulukları, tıbbi cihaz üreticileri ve sağlık şirketleri teknolojiyi kendi ihtiyaçlarına uyarlamak için daha fazla çalışma yapmaktadır. Bu çalışmada NFC teknolojisi tanıtılarak yapılmış olan araştırmalar, sağlık sektöründe kullanımı açısından NFC teknolojisinin potansiyelini incelemek üzere gözden geçirilmiş ve sağlık şirketlerinde mevcut NFC teknolojisi kullanım durumu, çeşitli sağlık şirketleri ve organizasyonlarından örneklerle de incelenmiştir. Ayrıca hastanelerde sunulan yemek menüsünün hastanın alerji durumuna göre belirlenebilmesi için hasta kimliğinin NFC özellikli mobil cihaz ile okunması, hastanın alerji durumuna uygun yemek menüsünün hazırlanması ve hastane veri tabanında alerji kaydı olmayan hastaların alerji durumlarının güncellenebilmesi için bir uygulamanın gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışma, araştırmacılar ve sağlık yöneticilerine NFC teknolojisini sağlık sektöründe nasıl uygulayacakları konusunda araştırmaları listeleyen önceki literatürün gözden geçirilmesini sağlamakta ve uygulamayla desteklenmektedir.

Bilim Kodu: 92404

Anahtar Kelimeler: Yakın alan iletişimi, NFC, Sağlık, e-Sağlık, Alerji

Sayfa Adedi: 66

Danışman: Doç. Dr. Aysun COŞKUN

A STUDY ON THE USE OF NEAR FIELD COMMUNICATION TECHNOLOGY IN  
HEALTH AND AN APPLICATION  
(M. Sc. Thesis)

Songül KIZGIN ERKİZ

GAZİ UNIVERSITY  
INFORMATICS INSTITUTE

May 2018

**ABSTRACT**

Near Field Communication (NFC) technology is a growing technology among the automatic identification technologies. In recent years, information technology communities, medical device manufacturers and healthcare companies are working harder to adapt technology to their needs. In this study, NFC technology was introduced to investigate the potential of NFC technology in terms of its use in the health sector and the use of NFC technology in healthcare companies has been examined with examples from various healthcare companies and organizations. In addition, an application has been provided for reading the patient ID with the NFC mobile device, preparing the food menu for the patient's allergy condition, and updating the allergy status of the patients who are not registered with the hospital database in order to determine the food menu provided in the hospitals according to the patient's allergy status. This work allows researchers and health care providers to review the previous literature listing research on how to apply NFC technology in the healthcare sector and is supported by practice.

Science Code : 92404

Key Words : Near field communication, NFC, Health, e-Health, Allergy

Page Number : 66

Supervisor : Doç. Dr. Aysun COŞKUN

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında bilgi, birikim ve tecrübeleri ile destek olan değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Aysun COŞKUN'a,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile destek olan ve tezi yazmama vesile olan değerli hocam sayın Doç. Dr. M. Sıraç ÖZERDEM'e,

Motivasyon ve ilgileriyle desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Yük. Mimar Sevinç ÇETİN, Yük. Fizik Müh. Nurhak TATAR ve Araştırma Görevlisi Dr. Vesile Hatun AKANSEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her türlü desteği benden esirgemeyen kıymetli aileme çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                             | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET .....                                                  | iv           |
| ABSTRACT .....                                              | v            |
| TEŞEKKÜR .....                                              | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                           | vii          |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....                                  | ix           |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....                                    | x            |
| RESİMLERİN LİSTESİ .....                                    | xi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                               | xii          |
| <br>1. GİRİŞ.....                                           | <br>1        |
| <br>2. NFC TEKNOLOJİSİ NEDİR? .....                         | <br>5        |
| 2.1. NFC Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi .....             | 5            |
| 2.2. NFC Teknolojisi ve Yakın Teknolojiler .....            | 6            |
| 2.2.1. NFC ve barkod.....                                   | 6            |
| 2.2.2. NFC ve RFID.....                                     | 7            |
| 2.2.3. NFC ve bluetooth.....                                | 7            |
| 2.2.4. NFC ve WIFI .....                                    | 8            |
| 2.3. NFC Cihazları ve NFC'nin Donanımsal Temelleri .....    | 8            |
| 2.3.1. NFC etiketleri .....                                 | 8            |
| 2.3.2. NFC okuyucu.....                                     | 9            |
| 2.3.3. NFC mobil cihaz.....                                 | 9            |
| 2.4. Güvenli Eleman (SE- Secure Element) Çözümleri .....    | 10           |
| 2.4.1. Gömülü güvenli eleman (SE) çözümü.....               | 10           |
| 2.4.2. UICC/SIM kart tabanlı güvenli eleman çözümü .....    | 10           |
| 2.4.3. SD kart tabanlı güvenli eleman çözümü .....          | 11           |
| 2.4.4. Yazılım tabanlı güvenli eleman çözümü .....          | 11           |
| 2.5. NFC İletişim Modları .....                             | 12           |
| 2.5.1. Aktif iletişim.....                                  | 12           |
| 2.5.2. Pasif iletişim .....                                 | 12           |
| 2.6. NFC Çalışma Modları.....                               | 12           |
| 2.6.1. Okuma/yazma modu.....                                | 14           |
| 2.6.2. Eşler arası çalışma modu .....                       | 14           |
| 2.6.3. Kart öykünme modu .....                              | 15           |
| 2.7. NFC Standartları ve Standardizasyon Kuruluşları .....  | 15           |
| 2.7.1. NFC teknolojisinde kabul edilmiş standartlar .....   | 17           |
| 2.8. NFC Ekosistemi.....                                    | 18           |
| 2.8.1. Paydaşlar.....                                       | 19           |
| 2.9. NFC İş Modelleri .....                                 | 20           |
| 2.10. NFC Uygulamaları.....                                 | 20           |
| 2.10.1. Hizmet başlatma .....                               | 22           |
| 2.10.2. Eşler arası veri aktarımı ve cihaz eşleştirme ..... | 23           |
| 2.10.3. Ödeme ve biletleme .....                            | 24           |
| <br>3. NFC TEKNOLOJİSİNİN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI .....   | <br>25       |

|                                                                    | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.1. Literatür Araştırması.....                                    | 25           |
| 3.1.1. Sağlık izleme uygulamaları .....                            | 25           |
| 3.1.2. Veri yakalama uygulamaları.....                             | 26           |
| 3.1.3. Hasta tanımlama ve elektronik tıbbi kayıt uygulamaları..... | 28           |
| 3.1.4. Hastane randevu alma uygulamaları.....                      | 30           |
| 3.1.5. İlaç yönetim ve tanımlama uygulamaları .....                | 31           |
| 3.1.6. Yönetim uygulamaları .....                                  | 33           |
| 3.2. NFC Vaka Uygulamaları .....                                   | 34           |
| 3.3. NFC'nin Sağlıkta Kullanımının Avantajları.....                | 37           |
| 3.4. NFC'nin Sağlıkta Kullanımının Dezavantajları .....            | 40           |
| <br>4. ALERJİK MENÜ UYGULAMASI.....                                | <br>41       |
| 4.1. Alerji Nedir? .....                                           | 41           |
| 4.2. Uygulama Fonksiyonları .....                                  | 42           |
| 4.2.1. Menü oluşturma fonksiyonu .....                             | 43           |
| 4.2.2. Güncelleme fonksiyonu .....                                 | 47           |
| 4.3. Uygulama Araçları.....                                        | 49           |
| 4.3.1. NFC etiketleri .....                                        | 49           |
| 4.3.2. Dâhili NFC okuyucuya sahip mobil telefon .....              | 49           |
| 4.3.3. MySQL .....                                                 | 50           |
| 4.3.4. Cordova .....                                               | 50           |
| 4.3.5. PHP.....                                                    | 51           |
| 4.4. Uygulamanın Modellenmesi.....                                 | 51           |
| 4.4.1. Mobil uygulama ara yüzü .....                               | 51           |
| 4.4.2. Web ara yüzü .....                                          | 56           |
| <br>5. SONUÇLAR .....                                              | <br>59       |
| KAYNAKLAR .....                                                    | 61           |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                     | 67           |

**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

| <b>Çizelge</b>                                                | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 2.1. Standartlar ve NFC teknolojisine katkıları ..... | 16           |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                     | Sayfa |
|-------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. NFC çalışma modları .....      | 13    |
| Şekil 2.2. NFC ekosistem paydaşları ..... | 18    |
| Şekil 4.1. Etiket okuma aşaması .....     | 44    |
| Şekil 4.2. Bilgi alma aşaması .....       | 45    |
| Şekil 4.3. Geribildirim aşaması.....      | 46    |
| Şekil 4.4. Geribildirim aşaması.....      | 58    |

## RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim                                                                                  | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 4.1. Mobil uygulama ara yüzü.....                                                | 51    |
| Resim 4.2. Mobil uygulama ana ekranı.....                                              | 52    |
| Resim 4.3. Herhangi bir alerjisi olmayan hastaya günün menüsünün tavsiye edilmesi..... | 53    |
| Resim 4.4. Alerji güncelleme ana ekranı.....                                           | 54    |
| Resim 4.5. Hasta alerji ekleme seçim ekranı.....                                       | 54    |
| Resim 4.6. Alerji durumunun veri tabanında güncellenmesi.....                          | 55    |
| Resim 4.7. Hastaya alerjisine uygun menünün sunulması.....                             | 56    |
| Resim 4.8. Alerjikmenü uygulaması web ara yüzü.....                                    | 57    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                                    |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1D</b>          | Tek Boyutlu<br>(One Dimensional)                                                      |
| <b>2D</b>          | İki Boyutlu<br>(Two Dimensional)                                                      |
| <b>API</b>         | Uygulama Programlama Arayüzü<br>(Application Programming Interface)                   |
| <b>ASK</b>         | Genlik Kaydırmalı Anahtarlama<br>(Amplitude Shift Keying)                             |
| <b>CLF</b>         | Temassız Ön Uç<br>(Contactless Front-end)                                             |
| <b>CPU</b>         | Merkezi İşlem Birimi<br>(Central Processing Unit)                                     |
| <b>DES</b>         | Veri Şifreleme Standardı<br>(Data Encryption Standard)                                |
| <b>DTT</b>         | Dijital Karasal Televizyon<br>(Digital Terrestrial Television)                        |
| <b>ECMA</b>        | Avrupa Bilgisayar Üreticileri Derneği<br>(European Computer Manufacturer Association) |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                                                  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EDC</b>         | Elektronik Veri Yakalama<br>(Electronic Data Capture)                                               |
| <b>EHR</b>         | Elektronik Sağlık Kaydı<br>(Electronic Health Record)                                               |
| <b>EMR</b>         | Elektronik Tıbbi Kayıt<br>(Electronic Medical Record)                                               |
| <b>EMV</b>         | Europay, Mastercard and Visa                                                                        |
| <b>EPC™</b>        | Elektronik Ürün Kodu<br>(Electronic Product Code)                                                   |
| <b>ETSI</b>        | Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü<br>(European Telecommunications Standards Institute) |
| <b>GPRS</b>        | Genel Paket Radyo Sistemi<br>(General Packet Radio System)                                          |
| <b>GPS</b>         | Global Konumlandırma Sistemi<br>(Global Positioning System)                                         |
| <b>GSM</b>         | Mobil İletişim İçin Küresel Sistem<br>(Global System for Mobile Communications)                     |
| <b>GSMA</b>        | GSM Birliği<br>(GSM Association)                                                                    |
| <b>GUI</b>         | Grafiksel Kullanıcı Arayüzü<br>(Graphical User Interface)                                           |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HC2D</b>        | Yüksek Renkli İki Boyutlu<br>(High Colored Two Dimensional)                            |
| <b>HCC2D</b>       | Yüksek Kapasiteli Renkli İki Boyutlu<br>(High Capacity Colored Two Dimensional)        |
| <b>HCP</b>         | Ana Bilgisayar Denetleyici Protokolü<br>(Host Controller Protocol)                     |
| <b>HCI</b>         | Ana Bilgisayar Denetleyici Arabirimi<br>(Host Controller Interface)                    |
| <b>HRM</b>         | Kalp Atışı Monitörü<br>(Heart Rate Monitor)                                            |
| <b>IC</b>          | Entegre Devre<br>(Integrated Circuit)                                                  |
| <b>IEC</b>         | Uluslararası Elektroteknik Komisyonu<br>(International Electrotechnical Commission)    |
| <b>ISO</b>         | Uluslararası Standardizasyon Örgütü<br>(International Organization of Standardization) |
| <b>ITU</b>         | Uluslararası Telekomünikasyon Birliği<br>(International Telecommunication Union)       |
| <b>JIS</b>         | Japon Endüstri Standardı<br>(Japanese Industrial Standard)                             |
| <b>LLCP</b>        | Mantıksal Bağlantı Kontrol Protokolü<br>(Logical Link Control Protocol)                |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                                                        |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MIPS</b>        | Kilitli Boru Hattı Aşamaları Olmayan Mikroişlemci<br>(Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages) |
| <b>MNO</b>         | Mobil Şebeke Operatörü<br>Mobile Network Operator                                                         |
| <b>MySQL</b>       | Yapılandırılmış Sorgu Dili<br>My Structured Query Language                                                |
| <b>NDEF</b>        | NFC Veri Değişim Formatı<br>(NFC Data Exchange Format)                                                    |
| <b>NFC</b>         | Yakın Alan İletişimi<br>(Near Field Communication)                                                        |
| <b>NFCIP</b>       | Yakın Alan Haberleşme Arabirimi ve Protokolü<br>(Near Field Communication Interface and Protocol)         |
| <b>NFCIP-1</b>     | Yakın Alan Haberleşme Arabirimi ve Protokolü 1<br>Near Field Communication Interface and Protocol-1       |
| <b>NFCIP-2</b>     | Yakın Alan Haberleşme Arabirimi ve Protokolü 2<br>(Near Field Communication Interface and Protocol-2)     |
| <b>OMA</b>         | Açık Mobil İttifak<br>(Open Mobile Alliance)                                                              |
| <b>OS</b>          | İşletim Sistemi<br>(Operating System)                                                                     |
| <b>OTA</b>         | Havadan<br>(Over-the-Air)                                                                                 |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>PC</b>          | Kişisel Bilgisayar<br>(Personal Computer)                    |
| <b>PDA</b>         | Kişisel Dijital Yardımcı<br>(Personal Digital Assistant)     |
| <b>PIN</b>         | Kişisel Kimlik Numarası<br>(Personal Identification Number)  |
| <b>POS</b>         | Satış Noktası<br>(Point of Sale)                             |
| <b>RF</b>          | Radyo Frekansı<br>(Radio Frequency)                          |
| <b>RFID</b>        | Radyo Frekansı Tanımlama<br>(Radio Frequency Identification) |
| <b>RTD</b>         | Kayıt Türü Tanımı<br>(Record Type Definition)                |
| <b>SDK</b>         | Yazılım geliştirme kiti<br>(Software Development Kit)        |
| <b>SE</b>          | Güvenli Eleman<br>(Secure Element)                           |
| <b>SIM</b>         | Abone Kimlik Modülü<br>(Subscriber Identity Module)          |
| <b>SMC</b>         | Güvenli Bellek Kartı<br>(Secure Memory Card)                 |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>SMS</b>         | Kısa Mesaj Servisi<br>(Short Messaging Service)                             |
| <b>SP</b>          | Servis Sağlayıcı<br>(Service Provider)                                      |
| <b>SWP</b>         | Tek Telli Protokol<br>(Single Wire Protocol)                                |
| <b>TSM</b>         | Güvenilir Servis Yöneticisi<br>(Trusted Service Manager)                    |
| <b>TTP</b>         | Güvenilir Üçüncü Taraf<br>(Trusted Third Party)                             |
| <b>UICC</b>        | Evrensel Entegre Devre Kartı<br>(Universal Integrated Circuit Card)         |
| <b>UMTS</b>        | Evrensel Entegre Devre Kartı<br>(Universal Mobile Telecommunication System) |
| <b>URI</b>         | Tekdüzen Kaynak Tanımlayıcısı<br>(Uniform Resource Identifier)              |
| <b>USIM</b>        | Evrensel Abone Kimlik Modülü<br>(Universal Subscriber Identity Module)      |
| <b>WI</b>          | Kablolu Arayüz<br>(Wired Interface)                                         |
| <b>Wi-Fi</b>       | Kablosuz Bağlantı<br>(Wireless Fidelity)                                    |

**Kısaltmalar****Açıklamalar****WiMAX**

Mikrodalga Erişim için Dünya Çapında Birlikte Çalışabilirlik  
Worldwide Interoperability for Microwave Access

**WLAN**

Kablosuz Yerel Alan Ağı  
(Wireless Local Area Network)

## 1. GİRİŞ

Yakın Alan İletişim (NFC) teknolojisi iki cihazın saniyeler içerisinde ve tek bir dokunuşla iletişimini sağlayan ve hızla büyümekte olan bir kablosuz iletişim teknolojisidir. NFC ile cihazlar arasında kısa menzilde iletişim kurulmakta ve iki cihaz arasındaki bağlantı sezgisel ve güvenli bir şekilde yapılmaktadır. NFC özellikli cihazlar kullanıcıların çevreleriyle iletişim kurmasını, uygulamaları tek dokunuşla yükleyebilmeyi ve karşılıklı veri aktarımını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. NFC uyumlu bir cihaz başka bir NFC aygıtının veya bir NFC etiketinin birkaç santim yakınına getirildiğinde iletişim gerçekleşmekte ve bu kısa iletişim menzili dinlemenin zorlaşması bakımından çok büyük bir avantaja dönüşmektedir. NFC ile mobil cihazlar için pek çok kategoride yeni kullanım alanları oluşmaktadır.

Mobil telefon üretim şirketleri son yıllarda ürünlerine NFC donanımını giderek daha fazla dâhil ederek satışa sunmaktadır. NFC özellikli cep telefonlarındaki bu artış pek çok sektörde bu teknolojinin kullanımını arttırmaktadır. NFC özellikli cihaz sayısındaki artışla beraber cep telefonlarının sağlık alanında kullanımı son yıllarda gittikçe artmakta ve dünya genelindeki pek çok sağlık kuruluşu bu teknolojiyi günlük sağlık rutinine dâhil etmeye devam etmektedir. NFC sağlık alanında hasta kaydı, vital veri toplama, hasta izleme, hastane randevusu alma vb. pek çok uygulama alanına uyarlanabilmektedir. Ayrıca bu teknolojinin tıbbi cihazlar ve elektronik sağlık kaydı alanlarında da kullanımı artmıştır.

Kablosuz teknolojilerin sağlık bakım ortamına dâhil edilmesiyle, hasta, hasta yakını ve hastane personelinin sağlık yönetimini verimli bir şekilde sağlaması amaçlanmaktadır. NFC teknolojisi, sağlık sektörü için büyük potansiyele sahip olan son gelişmelerinden biri olarak görülmektedir.

Günümüz koşullarında pek çok insan besin alerjilerinden kaynaklı sıkıntılar yaşamakta ve ileri düzey besin alerjisi durumunda ciddi ve bazen hayati olabilecek sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle küçük çocuklar, hastalar ve yaşlılar besinlerini seçebilme yeteneklerinin sınırlılığından dolayı besin alerjilerine karşı daha savunmasızdır. Sağlık alanına güncel teknolojilerin dâhil edilmesiyle etkin bir sağlık sisteminin geliştirilmesi ve olası besin alerjilerinin tespit edilmesi sağlanabilmektedir.

Son zamanlarda, ilaç alerjilerini önlemek için çeşitli kablosuz teknoloji uygulamaları geliştirilmiş ve yakın alan iletişimi teknolojisinin, özellikle sağlık hizmetlerinin kalitesini ve hasta güvenliğini artırdığı gösterilmiştir. Yapılan çalışmalar NFC'nin, sağlık alanında kullanılan cihazlar, ilaçlar ve hastaların tanımlaması ve izlenmesi için güçlü bir yeteneğe sahip olduğunu göstermektedir. NFC teknolojisinin sağlık alanına dâhil edilmesiyle kazanılan tanımlama ve takip yeteneğinin özellikle ilaç etkileşimini ve ilaç alerjisini saptamada önemli bir potansiyel oluşturduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Bu tez çalışmasında daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak, çeşitli sağlık problemleri nedeniyle hastanede yatmakta olan ve besin alerjisi bulunan hastalar için hastane yemeklerinde bulunan alerjenlerin hastanın alerji durumuyla karşılaştırılması, hastanın alerji durumuna uygun yemek menüsünün oluşturulması ayrıca hastanın alerji durumun güncellenmesi için NFC mobil cihaz, hasta NFC etiketi ve mobil NFC uygulaması ile entegre edilmiş bir çerçeve kullanarak yeni bir çözüm sunulmaktadır. Yapılan literatür taramasına göre, bu önerilen sistem türünün ilk örneğidir.

Sistem kapsamı, hasta etiketinin okunarak bireysel alerji bilgisinin yemek içerikleriyle etkileşimini tespit etmeye, kişiye özel menünün oluşturulmasını sağlayarak hemşire ve aşçıya göndermeye, hasta kaydında olmayan bir alerjinin tespit edilmesi durumunda alerji bilgisini veri tabanında güncellemeye ve hastanın hastanede kalış süresince yaşayacağı yemek sıkıntısını çözmeye odaklanmaktadır.

Besin alerjisi olan hastaların yemek içeriklerindeki alerjenlerle etkileşimini önleme ihtiyacı, hastanın kendini güvende duyma ihtiyacı, uygun yemek menüsünün oluşturulması için harcanan zamanı azaltma ihtiyacı, kullanımı kolay bir sistem gereksinimi, hasta mahremiyetini veya güvenliğini tehlikeye atmayan güvenli bir teknolojiye olan ihtiyaç, diğer tıbbi cihazlara müdahale etmeden çalışan uygun bir teknolojiye duyulan ihtiyaç uygulamanın geliştirilmesi yönünde motive etmiştir.

Sistem, Mifare Ultralight etiketleri ile tanımlanmış dört hasta, hemşire/hasta bakıcı tarafından kullanılan Android platformlu Samsung A7 model akıllı telefona yüklenmiş bir mobil uygulama ve mobil uygulamaya bağlı web ara yüzü ile veri tabanının tasarlanmasıyla hayata geçirilmiştir.

Bu tez çalışması giriş ve sonuç kısmının dışında üç ana bölüme ayrılmıştır. Tezin sonuçları sonuçlar bölümünde anlatılmıştır.

Tezin ikinci bölümünde, NFC teknolojisi tanıtılmış, NFC teknolojisini meydana getiren unsurlar, teknoloji temelleri, donanımsal mimari, çalışma şekilleri ele alınmış ve bu teknolojinin daha iyi anlaşılabilmesi için ilgili teknolojiler hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra bu teknolojinin teknik detayları, NFC teknolojisi ile ilgili düzenlemeler incelenmiş, bu teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması için çalışmalar yapan standart geliştirme kuruluşları tanıtılmıştır. Aynı bölümde ayrıca bu teknolojinin hangi alanlarda kullanılabileceği gruplandırılarak incelenmiş ve kullanıcıların hayatlarına getireceği kolaylıklar üzerinde durulmuştur.

Tezin üçüncü bölümünde daha önce NFC teknolojisinin sağlık alanında kullanımı üzerine yapılan araştırmalar detaylı literatür taraması yapılarak incelenmiş ve uygulama örneklerine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca NFC'nin sağlık sektöründeki mevcut ve potansiyel uygulamaları da mevcut vaka incelemeleri kullanılarak gözden geçirilmiştir. Daha sonra NFC'nin sağlık sektörüne katacağı potansiyel faydalar ve bu teknolojinin kullanımındaki engeller sunulmuştur. Tezin bu bölümünün araştırmacılara sağlık sektöründe NFC kullanımı konusunda rehberlik etmesi hedeflenmektedir.

Tezin dördüncü bölümünde çeşitli gıdalara alerjisi bulunan ve zorunlu olarak hastanede kalması gereken bireylere alerji durumlarına uygun yemek menüsünün sunulabilmesi için hasta kimliğinin NFC'li mobil cihaz ile okunması ve hastanın alerji durumuna uygun yemek menüsünün hazırlanmasını ve ayrıca alerji kaydı olmayan hastaların alerji durumlarının güncellenebilmesini sağlayan bir uygulama için önerilen çerçeve tartışılmakta ve uygulama için konsept kanıtı ve fizibilitesi gösterilmektedir.



## 2. NFC TEKNOLOJİSİ NEDİR?

NFC teknolojisi, iki NFC özellikli cihaz arasında kısa menzilli, yüksek frekanslı, düşük bant genişliğinde bağlantı sağlayan bir kablosuz iletişim teknolojisidir. NFC cihazları arasındaki iletişim, başlangıçta radyo frekans tanımlaması (RFID) tarafından kullanılan 13.56 MHz frekansında gerçekleşmektedir. RFID, birkaç metreyi aşkın alıcı ve aktarma kapasitesine sahip olmasına rağmen, NFC çok yakın mesafede çalışmaktadır [1].

Günümüzde akıllı telefonlar, iletişim ihtiyacının sağlamasıyla birlikte pek çok cihazın işlevini de yerine getirme potansiyeline sahiptir. Pek çok akıllı telefon fotoğraf makinesi, video oynatıcı, müzik çalar, navigasyon vb. cihaz özelliklerini taşımaktadır. Akıllı telefonların sunmuş olduğu olanaklar gün geçtikçe artmakta ve özellikle sosyal ağlar ile iletişim kurmak ve mobil cihazın ödeme yapabilmesi için sağlanacak olan ilave işlevsellikler ilgi çekmektedir. NFC bahsedilen özellikleri yerine getirebilme potansiyeli nedeniyle dikkat çeken bir teknoloji olmuştur.

NFC uygulamaları, NFC özellikli bir mobil cihazın başka bir NFC özellikli cihaza (etiket, okuyucu, mobil cihaz) dokunduğunda otomatik olarak başlatılacak şekilde tasarlanmıştır. NFC teknolojisiyle iletişim kurulurken mobil cihazda herhangi bir düzenleme veya yapılandırma yapmaya gerek kalmamakta, cihazın belli bir mesafeden yaklaştırılması iletişim için yeterli olmaktadır.

NFC teknolojisinin kablosuz aygıtlara dâhil edilmesiyle, kablosuz bağlantı için ek bir seçenek sağlanmaktadır. Bu durumda NFC bir bağlantı teknolojisi olmakla birlikte bir etkinleştirme cihazı olarak da kullanılabilir. NFC, bluetoothlu cihazları etkinleştirme görevini yaparak bağlantı için gereken yapılandırma basamaklarının atlanmasını gerçekleştirebilmekte ve direk bağlantıyı sağlayabilmektedir [2].

### 2.1. NFC Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

NFC teknolojisi 2002'de ortaya çıkmasına rağmen, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından 2003 yılına kadar kabul edilebilir bir standart olarak onaylanmamıştır [3]. 2004 yılında Sony, NXP ve Nokia tarafından, NFC teknolojisi ile ilgili çalışmaları standartlaştırmayı, uygulama geliştirmeyi ve birlikte çalışabilirliği sağlamak için çözümler

sunan ve kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan NFC Forum kurulmuştur [4]. 2006 yılında NFC etiketleri standart bir forma gelmiştir. NFC özellikli cihazın yine NFC özellikli bir etikete yaklaştırılmasıyla, etiketin içerdiği bilgiler cihaza aktarılabilmektedir [5]. Geleneksel poster formatının dijital verileri içeren NFC etiketlerle donatılmış olduğu akıllı poster uygulamaları 2006 da standartlaştırılmış ve NFC teknolojisini diğer teknolojilerden bir adım öne çıkarmıştır[6]. Şubat 2006'da, ilk NFC özellikli cep telefonunu olan Nokia 6131 üretilmiştir[5]. Google 2010 yılında Samsung tarafından üretilen ilk android NFC telefon olan Nexus S modelini duyurmuştur. [7]. 2012 de Sony ve Samsung firmaları kendi markalarına ait programlanabilir NFC etiketlerini geliştirmişlerdir. 2015 yılında Apple'ın iPhone 6 ve 6+ sürümlerine NFC özelliğinin eklenmesiyle teknoloji farkındalığı sağlanmış ve NFC teknolojisinin kabul oranı artmıştır.

## **2.2. NFC Teknolojisi ve Yakın Teknolojiler**

Kavramsal olarak NFC, kablosuz iletişim, mobil cihazlar, mobil uygulamalar, RFID iletişimi ve akıllı kartlar gibi çeşitli teknolojilerin etkileşimiyle oluşturulmuştur [1]. NFC teknolojisinin daha iyi anlaşılabilmesi için evrimsel gelişimdeki en ilgili teknolojilerin incelenmesi ve mevcut kablosuz teknolojilerle benzerlik ve farklılıklarının anlaşılması gerekmektedir. Bu kısımda evrimsel gelişimdeki en ilgili teknolojilerden barkod (karekod) ve RFID hakkında bilgi verilecek ve daha sonra NFC teknolojisinin diğer kablosuz teknolojilerle karşılaştırılması anlatılacaktır.

### **2.2.1. NFC ve barkod**

Barkod, üzerine yazıldığı nesneye ait verileri paralel çizgiler arasındaki boşluklarda saklayan ve barkod okuyucu olarak adlandırılan optik okuyucular veya özel yazılımlarla üzerinde saklanan verinin gösterilmesini sağlayan bir teknolojidir. Barkodlar otomatik veri toplama gerektiren eczane ve market gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır.

NFC teknolojisinde kullanılan pasif RFID etiketleri barkodda olduğu gibi üzerinde bulunduğu nesneye ait bilgileri depolamaktadır. NFC ve barkod teknolojisi karşılaştırıldığında; NFC teknolojisini kullanmak için cihazın NFC özellikli olması gerekmekte ancak barkodlar tüm akıllı telefonlar tarafından doğru uygulamalarla direk kullanılabilmektedir. Kare koddaki verilerin değiştirilmesi için fiziksel olarak değişim

gerekirken NFC etiketler yeniden yazılabilir özelliktedir ve bilgilerin güncellenmesi bu açıdan bakıldığında oldukça kolaylaşmaktadır. NFC teknolojisinde iletişim modu pasif veya aktif olabilirken, kare kodda iletişim modu sadece pasiftir. NFC daha hızlı, daha kolay, daha güvenli işlemler ve seçenekler sunmasına rağmen kare kodların pazarda bilinirliği ve maliyetinin NFC den düşük olması NFC açısından dezavantaj olmaktadır [3]. Ancak NFC etiketler renkli ve resimli olarak basılabildiğinden markalaşma ve görsel bilinirlik açısından daha uygun olmaktadır.

### **2.2.2. NFC ve RFID**

NFC, radyo frekansı tanımlama (RFID) teknolojisine dayalıdır. NFC teknolojisi ile RFID okuyucu yongaları cep telefonuna dâhil edilerek, RFID etiketlerinin akıllı telefonlar veya diğer NFC okuyucularla etkileşime girebilmesi sağlanmıştır. Bu nedenle NFC, RFID'in cep telefonlarına dâhil edilmesi olarak kabul edilmektedir [8]. NFC, RFID teknolojisine dayanmasına rağmen RFID teknolojisindeki uzun menzil özelliğini kullanmamaktadır. RFID'in sabit 13,56 MHz frekansında çalışmakta ve RFID teknolojisinin sağlayabildiği uzun okuma menziline karşın NFC 4cm'lik sınırlı iletişim menziline iletişim kurmaktadır.

NFC teknolojisinde iletişim menziline kısa olması sinyallerin istenmeyen kişilerce dinlenmesi ve yakalanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle RFID'den daha güvenli bir teknolojidir[8]. NFC ile RFID arasındaki en dikkat çeken fark NFC'nin iki yönlü iletişim kurma yeteneğidir. NFC üç farklı çalışma türü ile çok geniş uygulama alanında kullanılabilir. NFC etiketleri sadece pasif etiketler iken RFID etiketleri aktif veya pasif olabilmektedir[1]. RFID genellikle nesne takibi ve lojistik amaçlı kullanılmakta ve RFID okuyucuların yüksek maliyetinden dolayı ev ortamında kullanım işlevi sunmamaktadır[3].

### **2.2.3. NFC ve bluetooth**

NFC ve Bluetooth, cep telefonlarına dâhil edilen kısa mesafeli iletişim teknolojileridir. NFC ile standart bluetooth bağlantısından daha hızlı kurulmakta, ancak daha düşük hızda çalışmaktadır. NFC ile cihazları tanımlamak için manuel yapılandırma yapmak yerine, iki NFC cihazı arasındaki bağlantı tek bir dokunuşla hızlı bir şekilde kurulmaktadır. NFC (424kbps), bluetooth V2.1'e (2.1 Mbit /s) kıyasla daha yavaş aktarım hızına sahiptir ve düşük

veri aktarım hızı nedeniyle büyük miktardaki verilerin transferi için uygun bir seçenek değildir[9]. Ancak büyük veri aktarımı gereken durumlarda bluetooth kullanımı için kullanıcının mobil cihazında yapacağı yapılandırma süresini elimine etmek için iki bluetooth cihazı birbirine bağlayarak bluetooth teknolojisindeki manuel yapılandırma sorununu ortadan kaldırabilmekte ayrıca bluetooth teknolojisinin uzun sinyal aralığını kullanarak cihazların birbirinden uzaklaşmasını sağlayabilmektedir.

#### **2.2.4. NFC ve WIFI**

Wi-Fi (Wireless Fidelity) , NFC gibi iki yönlü veri aktarımını destekleyen bir iletişim teknolojisidir. Wi-Fi ile ihtiyaç duyulan her yerde bir ağ oluşturulabilmekte ve pek çok kişi aynı anda ağa katılabilmektedir. NFC, özel veri aktarımı için tasarlanmış bir teknoloji iken, Wi-Fi ise grup iletişiminin sağlanması için tasarlanmış bir teknolojidir[3].

### **2.3. NFC Cihazları ve NFC'nin Donanımsal Temelleri**

NFC teknolojisinin daha iyi anlaşılabilmesi için NFC teknolojisinde kullanılan cihazların (NFC etiketi, NFC okuyucu ve NFC mobil cihazlar) açıklanması ve NFC özellikli mobil cihazın donanımsal yapısının incelenmesi gerekmektedir.

#### **2.3.1. NFC etiketleri**

NFC etiketleri aktif NFC cihazlarıyla (NFC okuyucu, NFC özellikli mobil cihaz) iletişim kurmak için kullanılan pasif cihazlardır. Her NFC etiketinin merkezinde bir NFC yongası bulunmaktadır. NFC etiketler küçük depolama alanı ve bir antenin bağlı olduğu yongadan oluşmaktadır. NFC etiketler bir güç kaynağına sahip olmayan cihazlardır ve bir manyetik alan aracılığıyla bir NFC cihazı tarafından çalıştırılabilmektedir[10].

NFC etiketler, kartvizitler, akıllı posterler, bilek bantları, yemek menüleri, otobüs durakları, günlük rutin işleri hızlandırma işlevlerine programlanabilmekte ve gömülebilmektedir. NFC etiketler özellikle reklamcılık ve pazarlama sektöründeki bilgi dağıtımında ve ürün ve hizmetlerin tanıtımında son derece faydalıdır. NFC özellikli bir cihaz tarafından etiketlere dokunduğunda tanımlanmış görevler başlatılabilmekte, farklı cihazlar arasındaki yapılandırmalar tek dokunuşla yapılabilmekte ve uygulamalar başlatılabilmektedir [2].

### 2.3.2. NFC okuyucu

Bir NFC okuyucu daima kendi güç kaynağına sahip aktif bir cihaz olarak çalışmakta ve diğer bir NFC cihazıyla çift yönlü bilgi aktarımı yapabilmektedir. Bir mobil cihaz gömülü NFC donanımıyla bir okuyucu olarak çalışabileceği gibi harici NFC okuyucular da bulunmaktadır. NFC özellikli mobil bir cihaz NFC etiketine dokunduğunda okuma/yazma işlevlerini yerine getirebilmektedir. NFC özellikli mobil cihazda gömülü bir NFC okuyucu sadece kapalıyken, bekleme ve uçuş modlarında pasif bir cihaz olarak çalışmakta diğer tüm durumlarda her zaman aktif cihaz olarak çalışarak kendi güç kaynağının oluşturduğu manyetik alanı kullanmaktadır[1]. Harici okuyucular genellikle bir NFC mobil cihazdan veri okumak için kullanılmaktadır.

### 2.3.3. NFC mobil cihaz

NFC özellikli bir mobil cihaz NFC teknolojisinde en önemli cihazdır. NFC özellikli bir mobil cihaz çeşitli entegre devrelerden (ICs) oluşmakla birlikte temel olarak NFC ara yüzü, güvenli eleman (SE) ve bir NFC ana denetleyicisinden oluşmaktadır[1, 11].

NFC ara yüzü; NFC cihazlarıyla bağlantıyı sağlayan ve temassız ön uç olarak adlandırılan dijital ön uçtan, cihazlardan alınan verilerin aktarılmasını sağlayan NFC antenden ve NFC işlemlerini ve NFC antenini etkinleştirmek için NFC denetleyici adı verilen entegre bir devreden oluşmaktadır. NFC denetleyici ayrıca aktarılan sinyallerin analog dijital dönüşümünü de sağlamaktadır.

Güvenli eleman (SE); NFC özellikli bir cep telefonunda, harici NFC cihazlarıyla güvenli veri aktarımını gerçekleştirmektedir. Güvenli eleman (SE) , NFC denetleyicisine tekli tel protokolü (SWP-Single Wire Protokol) veya NFC kablolu arabirim NFC-WI (Wired Interface) ile bağlanmakta ve her mobil cihazda en az bir SE bulunmaktadır. SE kullanımı ile kredi kartı, pasaport gibi değerli bilgilerin güvenli bir ortamda aktarılması hedeflenmektedir.

Ana Denetleyici; herhangi bir NFC mobil cihazın en önemli bileşenidir. Ana Bilgisayar Denetleyici Arabirimi (HCI), NFC denetleyicisi ve ana denetleyiciyi birleştirme görevini yapmakta, NFC denetleyicisinin çalışma modlarını belirlemektedir. Ana denetleyici ile

gönderilen ve alınan veriler işlenmekte ayrıca NFC denetleyicisi ile SE arasında bir bağlantı kurulmaktadır. Ana denetleyici ayrıca güvenli eleman ile veri alışverişi yapabilmekte ve kontrol edebilmektedir [1, 11, 12].

#### **2.4. Güvenli Eleman (SE- Secure Element) Çözümleri**

Güvenli bir eleman, mobil uygulamalar için gereken hassas bilgileri saklamak üzere geliştirilen, tamamen güvenlik amaçlı özel bir yazılıma sahip olan her bir uygulama için aralarında etkileşim olmaksızın ayrı bir bellek sağlayan özel bir işlemcidir[13]. Güvenliğin gerektiği, hassas verilerin korunduğu uygulamalar için SE gereklidir.

Pek çok durumda SE doğrudan mobil cihazda dâhili olarak bulunmasına rağmen, NFC tabanlı sistemlerde güvenliği sağlamak için, pek çok SE alternatifi bulunmaktadır. SE, donanımsal olarak bulunduğu yere göre çıkarılabilir SE, akıllı kart (özellikle UICC), akıllı microSD kartı ve çıkarılamayan SE (gömülü güvenli eleman (eSE)) olarak ve iki kategoriye ayrılmaktadır[13]. NFC özellikli bir cep telefonu ile kullanılmak üzere geliştirilen SE alternatiflerinden piyasada en çok kullanılanlar, mobil telefona gömülü SE (embedded), SIM/UICC tabanlı SE ve SD kart temelli SE'dir.

##### **2.4.1. Gömülü güvenli eleman (SE) çözümü**

SE'nin donanımsal olarak mobil cihaza gömülü olduğu, cihaz üreticisi merkezli bir yaklaşımdır. Gömülü güvenli eleman çözümü SE'nin doğrudan akıllı telefonun bir parçası olduğu ve NFC'nin güvenlik avantajlarını kazanmak için ekstra bir donanıma gerek kalmadığı pratik bir çözümdür. Bu modelde SE akıllı telefonun bir parçası olduğu için, fiziksel olarak kaldırılamamakta ve kopyalanamamaktadır. SE'nin mobil cihaz kullanıcısı tarafından kişiselleştirilmesi ve mobil cihaz değişikliğinde kişi bilgilerinin kaldırılması gerekmektedir. SE'nin el cihazına gömülü olduğu göz önüne alındığında; SE'nin kullanım ömrü, telefonun kullanım ömrüne bağlı olmaktadır.

##### **2.4.2. UICC/SIM kart tabanlı güvenli eleman çözümü**

UICC/ SIM tabanlı SE, mobil ağ operatörü (MNO) merkezli ve SE'nin tüm kontrolünün MNO'da olduğu bir yaklaşımdır. Bu durumda yeni bir uygulama sağlayıcısının

uygulamasını SE'ye yüklemek istemesi durumunda MNO ile iletişime girmesi gerekmektedir. UICC/SIM tabanlı SE çözümü, herhangi bir akıllı telefon ile çalışabilmekte ve gerekli güvenli ortamı sağlamak için pratik bir çözüm sunmaktadır. Ancak, çok sayıda akıllı telefonla çalışması NFC özellikli uygulamaları dağıtan servis sağlayıcıların kart sahipleri telefon değiştirdiğinde müşterileri kaybetme riskini ortadan kaldırması bakımından avantaj iken [1], birinin kartı potansiyel olarak çalması ve başka bir akıllı telefonda kullanması açısından dezavantaj olabilmektedir [2]. Ayrıca UICC tabanlı SE çözümünü kullanmak için NFC ve SWP yeteneklerine sahip bir telefon gerekmesi dezavantajdır[13].

#### **2.4.3. SD kart tabanlı güvenli eleman çözümü**

Çıkarılabilir bir SMC (secure memory card) bir hafıza kartı ve bir akıllı kartın birleşimidir. Böylece, bir SMC bir akıllı kart ile aynı yüksek güvenlik seviyesini sağlamaktadır [1]. Çıkarılabilir bir depolama aygıtını SE olarak kullanmak için içinde NFC yongası olan veya telefondaki NFC denetleyicisiyle arabirim oluşturabilen bir SD kartın satın alınması gerekmektedir[3]. Piyasadaki pek çok akıllı cihazın metalik bir yuvaya sahip olması ve NFC sinyallerinin metaller arasından geçememesi sebebiyle SD kart tabanlı akıllı güvenli eleman çözümünü destekleyen cihaz sayısı sınırlıdır[3]. Ancak NFC uygulamalarını kullanmak için mobil operatörden izin alma gereksiniminin ortadan kalkması, NFC uygulamalarını bağımsız bir şekilde kullanmak isteyen pek çok kuruluş için tercih edilme sebebi olmuştur. Ayrıca kullanıcının cep telefonunu değiştirmesi durumunda SE çıkarılıp yeni cihaza takılacağından yeniden kişiselleştirilmesi gerekmemektedir.

#### **2.4.4. Yazılım tabanlı güvenli eleman çözümü**

Yukarıda belirtilen donanımsal SE çözümleri ile birlikte bazı yazılım tabanlı SE çözümleri de bulunmaktadır. Örneğin, Inside Secure (SE), bulut tabanlı bir NFC SE çözümüne sahiptir, böylece telefonda fiziksel bir SE kullanım gereksinimi ortadan kalkmaktadır (Şekil 2.16). Bir tüketici tarafından bir işlem gerçekleştirildiğinde, şifreli veriler bulutta bulunan SE'den çekilmektedir [14].

## 2.5. NFC İletişim Modları

İki NFC özellikli cihazın birbiriyle nasıl iletişim kurduğunu belirleyen aktif iletişim modu ve pasif iletişim modu olmak üzere iki iletişim modu bulunmaktadır[2]. NFC teknolojisinde iletişim bir başlatıcıdan gönderilen bir sinyal ile başlayıp başlatıcıdan başlangıç sinyalini alıp yanıtlayan bir hedef cihazın yanıtıyla tamamlanmaktadır.

### 2.5.1. Aktif iletişim

Aktif modda çalışırken, başlatıcı ve hedefin her ikisi de güç kaynaklarına sahiptir ve her cihaz kendi RF alanını oluşturmaktadır. Aktif modun kullanılmasının avantajları, yüksek iletim hızına sahip olması (1MBit/sn'nin üzerinde) ve daha uzun mesafelerde çalışmanın (20 cm'ye kadar) teorik olarak mümkün olmasıdır. Çarpışmaları önlemek için sadece gönderen cihaz bir elektromanyetik alan yaymakta, alıcı cihaz dinlerken kendi alanını kapatmaktadır[15].

### 2.5.2. Pasif iletişim

Pasif modda çalışırken, sadece iletişimi başlatan cihaz (başlatıcı) enerji vermek için hedefe RF enerjisi göndermektedir. Hedef, başlatıcıya veri göndermek için bu enerjiyi modüle ederek cevap vermekte ancak kendi RF alanını oluşturamamaktadır. Her iki yönde de kodlama, ISO14443 veya FeLiCa ile uyumlu olarak yapılmakta ve pasif mod ile NFC cihazlarının temassız akıllı kartlarla iletişim kurması sağlanmaktadır[15].

## 2.6. NFC Çalışma Modları

NFC aygıtlarının kullanım durumuna ve hangi tür verinin aktarılacağına bağlı olarak NFC forum tarafından desteklenen üç çalışma modu bulunmaktadır. Bunlar;

Okuma / Yazma Modu (Reader/Writer Mode)

Eşler Arası İletişim Modu (Peer to Peer Mode)

Kart Emülasyon Modu (Card Emulation Mode)'dur.

Şekil 2.1'de NFC çalışma modları gösterilmiştir.



Şekil 2.1. NFC çalışma modları [16]

Bu çalışma modları ISO / IEC 18092, NFC IP-1 ve ISO / IEC 14443 temassız akıllı kart standartlarına dayanmaktadır[17]. NFC Forum; okuyucu / yazıcı çalışma modunda; Kayıt Türü Tanımı (RTD-Record Type Definition) ve NFC Veri Değişim Biçimi (NDEF- NFC Data Exchange Format), Eşler arası modda; uygulamayı RF katmanına bağlamak için mantıksal bağlantı kontrol protokolü (LLCP) standartlarını tanımlamıştır.

NDEF, NFC Forum uyumlu cihazlar ve NFC Forum tarafından tanımlanmış etiketler arasında bilgi alışverişi yapmak için tanımlanan ortak bir veri formatıdır[18]. NFC özellikli iki cihaz veri aktarımı için yaklaştırıldığında veya mobil cihaz NFC etiketine dokundurulduğunda veriler NFC Forum tarafından tanımlanmış bir standart olan NDEF biçiminde değiştirilerek iletişim sağlanmaktadır.

NFC Forum, NDEF veri formatını temel alan standart kayıt tiplerinin (RTD) tanımlanmasına yönelik format ve kuralları belirtmekte ve böylece kullanıcıların yeni uygulamalar için kayıt biçimlerini verimli bir şekilde tanımlamaları sağlanmaktadır. NFC forum tarafından tanımlanmış ve her kaydın içeriğini belirten metin, URI, akıllı poster ve genel kontrol olmak üzere dört adet özellikli kayıt türü bulunmaktadır [19].

NFC Forum Eşler arası iletişim modunu geliştirmek için LLCP (Mantıksal Bağlantı Denetimi Protokolü) ve iki NFC özellikli cihaz arasında mesaj göndermek veya almak için bir uygulama seviyesi protokolü olan SNEP (basit NDEF değişim protokolü) standartlarını

kullanılmaktadır [2]. LLCP, iki yönlü bir iletişimi içeren herhangi bir NFC uygulaması için gereklidir [11].

### **2.6.1. Okuma/yazma modu**

NFC özellikli cihazların çevrede bulunan çeşitli nesnelere yerleştirilmiş ve NFC forum tarafından tanımlanmış olan etiket türlerini okuyabildiği bir iletişim türüdür [16]. ISO 14443 ve FeliCa standartlarıyla uyumludur. Bir etiket içeriği okunurken NFC cihazı çoğunlukta okuyucu olarak hareket etmekte ve aktif modda çalışmaktadır. Pasif etiket içerisindeki bilgi NFC okuyucunun (başlatıcı) yaydığı manyetik alan ile etkinleştirilerek okunmaktadır. Yazma işlemi ancak etiket yazmaya karşı korumalı değilse gerçekleştirilebilmektedir. Bir etikete veri yazmak için, bir etiket yazıcısı uygulamasının mobil cihazda yüklü olması gerektirmektedir[3]. Bu çalışma modu tarafından desteklenen uygulamalardan bazıları;

- Akıllı Poster Uygulamaları
- Uzaktan Sipariş Verme Uygulamaları
- Sosyal ağlarda bildirim yapma amaçlı konum tabanlı hizmetlerdir.

### **2.6.2. Eşler arası çalışma modu**

Bu çalışma modu ile iki NFC etkin cihaz arasında veri alışverişi yapılabilmektedir. Bu aktarım türünde her iki cihaz da aktif cihazdır. Bu aktarım türüyle kartvizit, fotoğraf, müzik gibi veriler her hangi bir yapılandırma gerekmeden tek dokunuşla aktarılabilmekte ve bluetooth veya WiFi bağlantı kurulum parametreleri paylaşılabilir. Eşler arası çalışma modu, ISO / IEC 18092 standardında standartlaştırılmıştır[16]. Bu modun NFCIP-1 ve LLCP olmak üzere tanımlanmış iki standardı bulunmaktadır. NFCIP-1, başlatıcı ve hedef cihazların, haberleşmeye başlamadan önce tanımlandığı başlatıcı-hedef (istek/cevap) modeli sağlayan bir standarttır. LLCP, eşler arası uygulamalar için bir temel sağlamakta ve NFCIP1 protokolünün sağladığı temel işlevleri geliştirmektedir[1, 11]. Bu mod tarafından desteklenen uygulamalardan bazıları şunlardır;

- Karşılıklı veri değişimi
- Para aktarımı
- Sosyal ağ bilgilerinin tek dokunuşla aktarımı.

### 2.6.3. Kart öykünme modu

Kart öykünme modunda, NFC özellikli bir mobil cihaz; bankamatik kartı, kredi kartı, erişim kartları, sadakat kartı vb. temassız bir akıllı kart gibi davranmaktadır. Bu çalışma modunda NFC özellikli mobil cihaz okuyucunun RF alanından gerekli gücü alan pasif bir cihaz özelliğinde çalışmaktadır. ISO / IEC 14443 Tip A ve Tip B ve FeliCa haberleşme arayüzleriyle ve mevcut akıllı kart altyapısı ile uyumlu olmasından dolayı önemli bir çalışma modudur. Bir mobil cihazda birden fazla akıllı kart uygulaması depolanabilmektedir[1]. Bu mod tarafından desteklenen uygulamalardan bazıları şunlardır;

- Ödeme uygulamaları
- Müşteri sadakat avantajı uygulamaları
- Mobil bilet uygulamaları
- Giriş kontrolü uygulamaları
- Kimlik/ pasaport uygulamaları.

### 2.7. NFC Standartları ve Standardizasyon Kuruluşları

NFC teknolojisinde akıllı kartlar, mobil telefonlar, okuyucular, etiketler gibi çeşitli unsurlar birlikte çalışmaktadır. Bahsedilen unsurların erişim durumları, güvenlik konuları ve birlikte çalışabilirliğinin sağlanması için çeşitli yönetim organlarınca standartlar tanımlanmaktadır. Çizelge 2.1’de NFC teknolojisinde kullanılan veya NFC teknolojisine katkısı olan bazı standartlar ve NFC teknolojisiyle ilgisi aktarılmıştır.

Çizelge 2.1. Standartlar ve NFC teknolojisine katkıları [20]

| Standard                    | Konusu                  | NFC ile İlgisi                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMVCo                       | Ödeme                   | Ödemeleri kabul eden veya ödeme kartı olarak hareket eden NFC sistemleri için kurallar sağlamakta ve seviye 1 ara yüz modüllerinin uyumluluğunu ele almaktadır.                                                                                |
| FeliCa                      | Temassız akıllı kart    | Sony tarafından geliştirilen ve öncelikle Hong Kong, Japonya ve Singapur'da kullanılan FeliCa, JIS-X6319-4 ile uyumlu temassız RFID akıllı kart sistemidir ve aynı zamanda NFC Forum şartnamesine uyum için bir koşul olarak dâhil edilmiştir. |
| GlobalPlatform              | Güvenli eleman          | NFC sistemlerinde işlemleri korumak için kullanılan öğeleri güvenli hale getirmek için çoklu uygulama mimarisini belirtmektedir.                                                                                                               |
| ISO/IEC 10373-6             | Yakınlık Kartı          | Yakınlık kartlarına ve nesnelere özgü test yöntemlerini tanımlamaktadır.                                                                                                                                                                       |
| ISO/IEC 14443               | Yakınlık kartı          | Ödeme, taşıma, tanımlama vb uygulamalarda, nesneler ve okuyucular için en çok kullanılan standardı tanımlamaktadır. NFC Forum Tip 2 ve Tip 4 Etiketler ISO / IEC 14443 serisine dayanmaktadır.                                                 |
| ISO/IEC 15693               | Vicinity Kart           | Yakınlık kartlarına kıyasla bir metreye kadar daha uzun bir mesafede okunabilen temassız bir kart tanımlamaktadır.                                                                                                                             |
| ISO/IEC 18092               | NFC Arayüz ve Protokolü | Yakın Alan İletişimini tanımlamakta ve ISO / IEC 14443 ve FeliCa'nın bölümlerini içermektedir.                                                                                                                                                 |
| MIFARE                      | Temassız akıllı kart    | NFC ile uyumlu temassız bir akıllı kart formatını ifade etmekte ve ISO / IEC 14443 A'nın çeşitli düzeylerine dayanan tescilli teknolojileri içermektedir.                                                                                      |
| NFC Forum spesifikasyonları | NFC Cihazları           | NFC uygulamalarında birlikte çalışabilirlik şartlarını tanımlamaktadır.                                                                                                                                                                        |

NFC ekosistemindeki bazı paydaşlar NFC teknolojisinin gelişimine katkıda bulunmak için standartlar oluşturmakta veya standart gruplarında çalışmaktadır. NFC ekosisteminde bulunan ve NFC teknolojisine katkı sağlayan bazı standardizasyon kuruluşları aşağıda açıklanmaktadır:

NFC Forum; NFC teknik özellikleri geliştirme, cihazlar ve hizmetler arasında birlikte çalışabilirliği sağlama ve NFC teknolojisi hakkında piyasayı eğiterek NFC teknolojisine

kullanımını teşvik etme görevlerini üstlenmektedir. 2004 yılında kurulmuş olup, NFC ekosistemindeki paydaşların birlikte çalışabilirliği için çaba sarf eden ve 180'den fazla şirketi aynı çatı altında toplayan bir kuruluştur. Forum, NFC teknolojisindeki teknik özellikleri geliştirmekte ve ürünler için spesifikasyonlar yayınlamaktadır.

NFC Forumu ayrıca NFC ekosistemi genelinde paydaşların kullanımına yönelik evrensel bir sembol olan N-Mark markasını oluşturmuştur[21].

Global Platform; güvenli yonga üzerindeki uygulamaların yönetimini standartlaştırmakta ve akıllı kartların ve cihazların güvenlik gerekliliklerini tanımlamaktadır. NFC teknolojisinde kullanılan güvenli eleman (SE), global platform akıllı kart spesifikasyonlarına göre üretilmektedir[22].

Smartcard Alliance; akıllı kart teknolojisinin anlaşılması, benimsenmesi, kullanımı ve yaygınlaştırılması için çalışan çok sektörlü bir kuruluştur [2].

SIMAlliance; 2000 yılında kurulmuş olup kablosuz ağlara erişebilen tüm cihazlarda güvenli mobil hizmetlerin oluşturulmasını, kullanılmasını ve yönetilmesini sağlamak için kurcalamaya karşı dayanıklı bir güvenli donanım bileşeninin temel rolünü desteklemektedir. SIMalliance, güvenli bağlantı hizmetlerinin dünya çapında dağıtımını kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır [23].

The World Wide Web Consortium (W3C); World Wide Web standartları için kurulan uluslararası standart organizasyonudur. W3C protokoller ve kılavuzlar geliştirip tasarım ilkeleri tanımlayarak world wide web potansiyelini arttırmayı hedeflemektedir [24].

Mobey Forum; finansal sektör odaklı ve mobil teknolojinin finansal hizmetlerde kullanılmasını teşvik etme odaklı çalışan küresel forumdur.

### **2.7.1. NFC teknolojisinde kabul edilmiş standartlar**

NFC teknolojisi için ISO/IEC ve ECMA tarafından tanımlanmış olan dünya çapında kabul edilmiş iki standart bulunmaktadır: Yakın Alan İletişim Arayüzü ve Protokolü (NFCIP); NFCIP1 ve NFCIP2 olarak iki farklı şekilde standartlaştırılmıştır.

NFCIP-1, ISO / IEC 18092, ECMA 340 ve ETSI TS 102 190'da standartlaştırılmış aktif ve pasif iletişimi tanımlayan bir standarttır. NFCIP1 ile RF iletişim sinyal ara yüzü ve 106, 212, 424 kbps'lik veri hızları için gerekli başlatma koşulları ayrıntılı olarak tanımlamaktadır. NFC özellikli iki cihaz arasında iletişimin sağlanması için(okuma/yazma modu ve birebir iletişim modu) etiket verisinin okunması, verinin okuyucuya aktarımı bu standart ile tanımlanmaktadır [1].

NFCIP-2, var olan arayüz standartları arasında bağlantı sağlamakta, ISO/IEC 14443 ve ISO/IEC 15693 özelliklerini bir araya getirmektedir[1]. NFCIP-2 standardı, üç olası iletişim modundan birini tespit edip seçmeyi ve sonraki davranışların seçilen iletişim modunda belirtilen standarda uygun olmasını sağlamaktadır [25].

## 2.8. NFC Ekosistemi

Bir NFC ekosisteminde mobil cihazlar, akıllı kartlar, yarı iletkenler, NFC etiketler, okuyucular, cihaz ve yonga üreticileri ile tüketici kullanımına yönelik cihazlar üreten üreticiler bulunmaktadır. Ayrıca, mobil operatörler (MNO), finansal kurumlar, servis sağlayıcılar, sertifikasyon ve standart kuruluşları, ürün pazarlayıcılar ve uygulama geliştiricileri de ekosistemin paydaşlarıdır [2]. Şekil 2.2' de NFC ekosistemindeki paydaşlar gösterilmiştir.



Şekil 2.2. NFC ekosistem paydaşları [11]

### 2.8.1. Paydaşlar

NFC ekosistemindeki iş dinamiklerini anlamak için ilgili paydaşların rollerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu bölümde NFC ekosisteminde bulunan en önemli paydaşlar tanıtılmaktadır.

Servis Sağlayıcılar (SP): Mobil uygulamaları düzenleyerek tüketiciye dağıtma ve SE' de saklanan uygulamaları yönetmekle sorumludur. Biletleme uygulamaları, ödeme uygulamaları, sadakat uygulamaları vb. uygulamalar servis sağlayıcılar tarafından yönetilmektedir. Bankalar, finansal kurumlar, ulaştırma şirketleri, diğer kurumsal şirketler ve NFC tarafından etkinleştirilmiş ödeme, biletleme gibi alanlarda hizmet vermek isteyen diğer hizmet sağlayıcılar servis sağlayıcı olabilmektedir.

Mobil Ağ Operatörü (MNO): NFC ekosisteminde, GSM şebekesinin veri aktarımını sağlamasından sorumlu olan paydaştır ve ekosistemin en önemli katılımcılarından biridir. Güvenli elemanın UICC tabanlı olması durumunda MNO, NFC ekosisteminin SE düzenleyicisi olarak oldukça aktif bir rol almaktadır [26].

Güvenilir Servis Yöneticisi (TSM): Mobil Ağ Operatörleri (MNO), servis sağlayıcılar, biletleme kurumları ve diğer yayın organları gibi birden fazla paydaş arasında güvenilir bir uçtan uca bağlantı sistemi sağlayarak koordinasyonu sağlamaktadır [3].

TSM ile mobil operatör ağları servis sağlayıcılar tarafından kullanılarak temassız hizmetler güvenli bir şekilde yönetilmekte ayrıca TSM, servis sağlayıcılar ve mobil operatörler arasındaki süregelen iş ilişkilerine ait sözleşme ve düzenlemeleri kolaylaştıran ticari bir aracı olarak hareket etmektedir [27].

TSM unsurunun ekosisteme dâhil edilmesiyle her bir aktörün güvenli bir şekilde iletişim kurması sağlanmaktadır. TSM kullanımı ile servis sağlayıcılar için genellikle MNO'larla tek bir irtibat noktası sunulması sağlanarak iş modellerindeki karmaşıklığın azalması da gerçekleşmektedir [1]. TSM kullanılmadığında her aktörün birbirleriyle iletişim halinde olması gerekmekte ve bu durum oldukça karmaşık bir ortamın oluşmasına neden olmaktadır[11]. TSM'nin merkezi otorite rolünü oynamasıyla karmaşıklıklar ortadan kalkmaktadır.

## 2.9. NFC İş Modelleri

NFC ekosisteminde başarının sağlanması paydaşlar arasındaki ilişkilerin açıkça tanımlanmasına bağlıdır[28]. NFC teknolojisi ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olmasına ve birçok iş modeli önerisi ve spesifikasyonları yayınlanmasına rağmen hangi iş modelinin en iyi olduğu ve tüm paydaşların yeterince tatmin edilebileceği bir iş modeli konusunda ortak bir kanıya varılmamıştır. NFC Forum, GlobalPlatform, GSMA ve EMVCo, Mobey Forum NFC ekosistemi ve iş modelleri üzerine çalışan önemli birliklerdir [1].

Güvenli elemanın sahibi olan paydaş NFC ekosistemine hâkim olmaktadır. Bu nedenle iş modelleri SE türüne (gömülü, SIM, SD) ve hangi tarafın SE'yi yayınladığına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir.

Mobey Forum tarafından tanımlanmış işbirlikçi model, ikili model ve bağımsız model olmak üzere temel üç iş modeli bulunmaktadır. İşbirlikçi modelde ana paydaşlar olan güvenli eleman üreticileri, servis sağlayıcıları ve diğer paydaşlar ortak bir çerçevede bulunmaktadır. İkili modelde güvenli eleman üreticisi ve servis sağlayıcı bir anlaşma içerisinde bulunmaktadır. Bağımsız modelde ise servis sağlayıcı ve güvenli eleman üreticisi aynı paydaş olduğundan herhangi bir işbirliği bulunmamaktadır [26].

## 2.10. NFC Uygulamaları

NFC teknolojisi piyasada en çok ödeme işlemleri için kullanılabilecek bir teknoloji olmasından dolayı dikkat çekmektedir. NFC ödeme sistemlerinde pek çok kartın bir arada toplanmasını sağlayarak bir ödeme aracı olarak kullanılmaktadır. Pek çok satıcı ve şirket ödeme işlemlerinde NFC teknolojisinin kullanımı üzerine çalışma yapmaktadır. Mastercard geliştirdiği NFC'li Paypas uygulaması, Visa kart PayWave desteği ile NFC'li temassız ödemenin önünü açmıştır. Ülkemizde Turkcell firması tarafından geliştirilen cep-T-cüzdan uygulaması NFC teknolojisine katkı sunmaktadır.

NFC teknolojisi ile uçak bileti mobil telefonda saklanabilmekte ve sadece mobil cihaz ile havaalanı geçişleri sağlanabilmektedir. Yolcu havaalanında beklerken akıllı posterdeki bilgiyi alabilmekte etiketteki yönlendirmelerle daha fazla bilgi sahibi olabilmektedir. Yolcu bir bilgi noktasından (kiosk), acil durum numaraları, uçuş bilgileri, konum bilgisi ve

navigasyon hizmetlerini NFC tabanlı servis ve uygulamaları ile tek bir noktadan alabilmektedir. Ayrıca havaalanı aktarımlarındaki taksi/otobüs ücretlerini NFC özellikli mobil cihaz ile ödeyebilmektedir.

NFC teknolojisinde mobil cihaz araba anahtarı olarak kullanılabilmekte, aracın koltuk ayarı yapılabilmekte, araca binince istenilen müziğin çalması sağlanabilmektedir. Bir NFC otopark uygulaması ile mobil cihaz park yeri, park süresi gibi bilgileri depolayan ve daha sonra gerekli park ücretini ödeyen bir cihaza dönüşebilmektedir.

NFC, ofis giriş çıkışlarında bir tanımlama kartı olarak kullanılabilmekte, personeller arasında veya ofise gelen müşteriler ile kartvizit paylaşımını sağlayabilmekte ve ofisteki diğer NFC'li cihazlara (yazıcı, tarayıcı, fax) veri aktarımı sağlayabilmektedir.

NFC özellikli mobil cihaz ile mağazadaki ürünler incelenerek ürün ile ilgili daha fazla bilgiye (üretim yeri, son tüketim tarihi, içeriği) ulaşılabilmekte, mobil cihaza indirim tanımlanabilmekte ve mobil cihaz bir ödeme aracı olarak kullanılarak indirimler kullanılabilir.

NFC ile etkinlik mekânlarına giriş için bilet taşıma gereksinimi ortadan kalkmakta ve sosyal sitelere (facebook, twitter) yer bildirimi yapılabilir. Cep telefonu mobil cüzdan olarak kullanılarak herhangi bir eğlence bileti alınabilmektedir.

NFC cihazlarının etkileşim kurabilmesi için çok yakın olması gerekmekte bu durum da uzun mesafede veri aktarımı gerektiren durumlarda NFC'nin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle NFC'nin düşük veri aktarım yeteneği ve kısa mesafe özelliğiyle bluetooth, WiFi gibi mobil veri servislerini etkinleştirmek ve gereken yapılandırma süresini elimine etmek için kullanıldığı pek çok çalışma senaryosu bulunmaktadır.

NFC teknolojisi temelli uygulamalar pek çok alanda kullanım potansiyeline sahip olmasıyla birlikte NFC Forum tarafından günümüz ve yakın gelecekteki kullanım durumu göz önünde bulundurularak; hizmet başlatma, eşler arası veri aktarım, ödeme ve biletleme uygulamaları olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır [29].

### 2.10.1. Hizmet başlatma

Bu senaryoda NFC, RFID ile aynı şekilde çalışmaktadır. NFC özellikli cihaz bir etiketten verileri okuyarak etiket içeriğinin yönlendirmesine göre etiket verisini farklı şekilde kullanabilmektedir. Bu durumda etiket transponder olarak görev yapmakta ve kapalı bir cep telefonu da etiket olarak kullanılabilir. Etiket verisi bir metin, yönlendirilecek bir URL adresi veya okunacak herhangi bir bilgi olabilmektedir. Bu tür uygulamaların en öne çıkan uygulamaları akıllı poster adı verilen dijital bilgilerin fiziksel poster üzerine eklendiği ve mobil cihaz tarafından okunabildiği uygulamalardır. Akıllı posterler ile kullanıcının geleneksel posterlere göre daha fazla bilgi edinebilmesi, postere dokunarak ilgili web bağlantısının sağlanması, telefona indirim kuponu tanımlanması vb. özellikler gerçekleştirilebilmektedir.

Akıllı posterlerde kullanıcıların etiketleri okumak için cihazlarını nereye yaklaştıracaklarını gösteren noktanın fark edilir özellikte olması gerekmektedir. Bu nedenle akıllı posterler tasarlanırken etiketin tamamlayıcı metinler veya görsellerle tasarlanması gerekmektedir. NFC Forum tarafından tanımlanmış olan N-Mark logosu NFC uygulamalarında kullanılan global bir sembol olmasına rağmen son kullanıcılar tarafından çok fazla bilinmemektedir. Akıllı posterler pek çok alanda kullanım yeri bulmuştur. Turizm alanında tanıtım ve navigasyon hizmetlerinde kullanılabilir ve basılı broşürlerin kullanımını azaltmaktadır. Müzelerde sergi eserlerine ait bilgilerin bir posterde tanımlanmasıyla sadece tek bir dokunuşla eserler hakkında video, metin, fotoğraf gibi ekstra bilgilere erişim imkânı sağlanabilmektedir.

Akıllı poster uygulamalarının yanı sıra; akıllı etiket uygulamaları, sağlık uygulamaları, sosyal medya uygulamaları, eğitim alanındaki uygulamalar da hizmet başlatma uygulamaları arasında dokun ve bağlan olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

#### Hizmet başlatma uygulamaları risk faktörleri

Akıllı posterler halka açık alanlarda olduğundan kurcalanma gibi bazı tehditlere maruz kalabilmektedir. NFC etiketler konfigürasyon sırasında yeniden yazılmaya kapatılmadığı sürece etiket verileri değiştirilerek yeniden yazılabilmektedir. Bu durum kötü amaçlı yazılımların istem dışı girişlerine sebep olabilmekte ve farklı yönlendirmeler yaparak kişinin

ilgisinin olmadığı ücretli servislere üyeliği yapılabilmekte veya sms, arama gibi farklı yönlendirmeler yapabilmektedir. Kişisel bilgilerden hangilerinin uygulama tarafından kullanıldığı ve kim tarafından toplandığına dair bilgilendirilme ve onay durumunun olmaması durumunda gizliliğe dair riskler oluşabilmektedir. Bu nedenle kullanıcıya bu bilgilerin sunulduğu bir onay formunun sunulması sağlanmalıdır. Herhangi bir web bağlantısında da olabilen verilerin gizli amaçlara sahip ikincil uygulamalarda kullanılması riski akıllı poster etiketlerinde de bulunmaktadır. NFC bir yakınlık teknolojisi olduğundan kişi etikete mobil cihazı ile etikete yeterince yaklaşması durumunda istemeden akıllı poster içeriğini etkinleştirebilmektedir.

### **2.10.2. Eşler arası veri aktarımı ve cihaz eşleştirme**

Bu senaryoda, NFC özellikli iki aktif cihaz arasında veri aktarımı için doğrudan bağlantı kurulmaktadır. Veri miktarı çok büyük değilse NFC bağlantısıyla veri aktarımı direk yapılabilmekte ancak büyük miktarda veri aktarımı gereken durumlarda NFC , Wi-Fi veya Bluetooth bağlantısı kurmak için görünmez bir etkinleştirme aracı olarak kullanılabilmektedir.

Bir kullanıcının bluetooth ve NFC özellikli mobil cihazındaki bir veriyi (fotoğraf, ses, metin), bluetooth aracılığıyla, NFC ve bluetoothlu bir cihaza (yazıcı, ses sistemi ) aktarmak istemesi durumunda mobil cihaz NFC özellikli cihaza dokunur ve cihaz ekranında bluetooth eşleştirmesine onay verilip verilmediğini gösteren bir bildirim alınır. Onay verilmesiyle iki cihaz arasında bluetooth eşleştirmesi NFC teknolojisi kullanılarak yapılmış olur ve veri NFC özellikli cihaza bluetooth üzerinden aktarılır. Böylece kullanıcı bluetooth eşleştirmesi için gereken manuel konfigürasyonları yapmak zorunda kalmadan daha büyük miktarlardaki veri aktarımını gerçekleştirebilmektedir.

#### Eşler arası veri aktarım uygulamaları risk faktörleri

NFC özellikli bir cihazla (yazıcı, tarayıcı, ses sistemi) veri aktarımı yapılırken orijinal pasif NFC etiketlerinin kötü amaçlı yönlendirmeler yapan etiketlerle değiştirilme riski bulunmakta ve bu durumda kullanıcının aktardığı veri, hedef cihaz dışında başka bir cihaza aktarılabilmektedir.

İki cihaz arasında veri aktarımı yapılırken gönderen, alıcıya söz verilen içerik yerine zararlı içerik paylaşımı yapabilmekte ve gönderenin içeriğinin alıcı tarafından daha sonra paylaşılması üzerinde herhangi bir kontrolü bulunmamaktadır. Aktarılan veri öngörülemez bir şekilde depolanabilmekte ve içeriği işlenebilmektedir.

### **2.10.3. Ödeme ve biletleme**

Bu senaryoda mobil cihaz seyahat bileti, sadakat kuponu veya ücret ödeme aracı olarak birden çok işlevde kullanılabilmektedir. Böylece mobil cihazların insanların bugün cüzdanlarında taşıdıkları sayısız kredi kartı, sadakat kartı, ön ödemeli biletler ve diğer kartların yerini alması kaçınılmaz olmuştur. NFC teknolojisinin ödemede kullanılmasıyla tüm kartların tek bir cihazda toplanması ve fiziksel kart taşıma zorunluluğunun ortadan kalkması kolaylığını sağlamaktadır.

Özellikle bankalar ve mobil şebeke operatörleri, NFC özellikli cep telefonlarında ödeme ve biletleme uygulamaları üzerine pek çok uygulama geliştirmişlerdir. NFC okuyucu altyapısı, işlem yönetimi ve güvenliğin sağlanmasıyla NFC özellikli cihazlar, günümüzde kullanılan kredi kartlarının yerine ödemede kullanılabilmektedir. NFC özellikli ödeme ve biletleme işlemleri geleneksel ödeme yöntemlerinden daha kolay ve daha az maliyetlidir[29].

#### Ödeme ve biletleme uygulamaları risk faktörleri

Cihazların yakınlığına rağmen, cihazların yasal sahipleri tarafından tespit edilmeksizin dinleme riski bulunmaktadır. Sadakat uygulamalarında şirketler kullanıcının satın alma alışkanlıklarını izleyerek, hedeflenen reklamlar için profil bilgilerini dağıtabilmekte ve kullanıcıyı izni olmadan üçüncü taraflarla paylaşabilmektedir. Veri ihlali yapılarak sadakat sisteminin üyeleri hakkında topladığı ve sakladığı veriler kullanıcının kimlik hırsızlığı kurbanı haline gelmesine sebep olabilmektedir.

### 3. NFC TEKNOLOJİSİNİN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI

NFC teknolojisi diğer kablosuz teknolojilerle karşılaştırıldığında daha düşük güç tüketimi ve daha iyi kullanılabilirlik sağlaması nedeniyle, sağlık kuruluşlarında, tıbbi cihazlarda ve evde sağlık hizmetlerinde pek çok alanda kullanılmaktadır. NFC teknolojisi, sağlık bakımında nispeten yeni bir teknolojidir. Hasta güvenliğini tehlikeye atabilecek olası hatalardan kaçınmak, tanımlamayı otomatikleştirmek, personel ve hasta verimliliğini sağlamak vb. pek çok alanda NFC kullanım örnekleri bulunmaktadır.

Bu bölümde NFC'nin sağlık alanında kullanımı literatür araştırması ve vaka uygulamaları olarak iki kategoride incelenmiş; literatür araştırmaları da kendi içerisinde sınıflandırılmıştır.

#### 3.1. Literatür Araştırması

Bu bölümde NFC'nin sağlık alanında kullanımını araştıran makaleler incelenmiş ve yapılan literatür araştırmasına göre araştırmalar sağlık izleme uygulamaları, veri yakalama uygulamaları, hasta tanımlama uygulamaları, hastane randevu uygulamaları, ilaç yönetim ve tanımlama uygulamaları ve yönetim uygulamaları olmak üzere altı kategoriye ayrılmıştır.

##### 3.1.1. Sağlık izleme uygulamaları

Son kullanıcıların veya bakıcılarının yaşamsal bilgileri kaydetmek ve izlemek için kullanabilecekleri sağlık izleme cihazlarına NFC'nin uygulanması NFC için önemli oranda büyüme beklenen alanlardan biridir. NFC diğer rakip teknolojilere kıyasla, sağlık izleme cihazları ve mobil terminaller arasındaki kısa menzilli bağlantı için yüksek potansiyel bir teknoloji olarak görülmüştür [30].

[31]'de kullanıcıların NFC özellikli bir cihazla kolaylıkla dokunabileceği ve farklı sağlık bilgilerinin kablosuz olarak toplanabileceği ve tanımlanan kullanıcıyla ilişkilendirilebileceği bir sağlık izleme sistemi gösterilmiştir. Sistem bir evde bakım senaryosunda aile üyeleri ve(ya) bakıcılar için tasarlanmış ve kullanıcı tanımlama için NFC'nin rolü değerlendirilmiştir. Bu sistemle ev ortamındaki yaşlıların ilaçlarını doğru bir şekilde alıp almadıklarının denetlenebileceği öngörülmüştür.

[30]'da kan basıncı denetleyicileri, kan glikoz monitörleri, kalp atış hızı denetleyicileri ve kişisel ağırlık tartıları gibi tıbbi sensörler ve aletler için kullanımı kolay, düşük güç ve düşük maliyetli bir kablosuz arayüz olarak NFC'nin sağlık izleme uygulamalarında kullanılması üzerine odaklanılmıştır.

[32]'de (RFID) ve Yakın Alan İletişimi (NFC) teknolojileri, [33]'de NFC ve DTT teknolojileri birlikte kullanılarak bir alzheimer gün merkezine uygulanmıştır. Bu çalışmalar, alzheimer bakımında bir tamamlayıcı olarak teknolojinin adaptasyonu için bir öneri sunmuştur. Bu çalışma, NFC teknolojisinin alzheimer bakımına uygulanmasının hasta tarafından alınan bakım hizmetlerini ve bakıcıların günlük aktivitelerini önemli ölçüde geliştirebildiğini açıklamış ve mobil cihazlar ve yaşamsal işaret cihazlarından toplanan bilgilerin hastalara daha iyi hizmet sunmak için modellenmesi ve analiz edilmesi önerilmiştir.

[34]'te kırsal alanlarda, çok sayıda kişinin sağlık kayıtlarının kontrolünü sayılayacak olan otomatik sağlık sistemi için NFC ve bluetooth teknolojisi birlikte kullanılmıştır. Uygulama hasta tanımlamasını kolaylaştırma, sağlık parametrelerini okumak için sensörlerin okunmasını otomatikleştirme, eğitimli sağlık yardımcısına ihtiyaç duymadan teşhis koymayı ve çok sayıda insanın sağlık bakımını kolaylaştırmayı hedeflemiştir.

[35]'te sağlık hizmeti sağlayıcısının uzaktaki hasta izleme sistemini iyileştirmesini, hasta güvenliğini artırmasını ve çalışma yükünü azaltmasını sağlayabilecek; doktorlar, hastalar ve hastaneler için kullanımı kolay ve taşınabilir tıbbi veri saklama ve veri almayı sağlamak için NFC teknolojisi kullanılarak bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem; veri toplama, verilerin işlenmesi, EMR'de saklanması, verileri NDEF formatından sonra NFC etiketlerinde saklama, NFC etiketinden veri alımı olmak üzere dört ana bileşenden oluşmuştur. Sensörlerden dinamik olarak toplanan veriler, MATLAB kullanılarak EMR olarak saklanmıştır.

### **3.1.2. Veri yakalama uygulamaları**

Elektronik veri yakalama sistemleri, klinik araştırmalar için araştırma verilerini toplamak, belgelemek ve işlemek için kullanılmaktadır [36]. Bu başlık altında sağlık durumu bilgisini içeren verileri, esnek ve mekândan bağımsız olarak yakalama, arşivleme, analiz etme ve

yorumlama amacıyla NFC teknolojisiyle donatılmış mobil telefonların kullanımını inceleyen araştırmalar incelenmiştir.

[37] ve [38]'de motor becerileri bozuk hastaların sağlık durumlarını belirlenmiş bir derecelendirme ölçeğine dayalı olarak değerlendirmesini sağlayan bir uygulamanın geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi anlatılmış ve NFC teknolojisi bir yaşam kalitesi anketine uyarlanmıştır. Hastaların aktif katılımı ile birlikte daha iyi dokümantasyon, tedavi ve hasta bakımında bir temel oluşturabilecek InSERT örneği ele alınmış ve bu örnek teknik destek sistemlerinin hastalara sunabileceği potansiyelleri ve olasılıkları göstermiştir.

[39]'da motor nöron hastalığına yakalanan hastalar için kendi kendine bildirilen beslenme takibini sağlamak üzere bir beslenme izleme sistemi prototipi (NuTrack) tasarlanmıştır. Değerlendirmeler, prototipin doktorlar, evde bakım hemşireleri ve ince motor becerilerinde bozulma olan hastalar arasındaki bilgi lojistiği sorununu iyileştirmek için büyük potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. NuTrack ile bir hastanın duygusal durumu veya hastalığın ilerlemesinin kendi değerlendirilmesi ile ilgili veriler gibi diğer verileri yakalamak için uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

[40]'da SL13A yongasına dayanan NFC sensörlerinin RFID termometre, bandaj altındaki kan algılama, bebek bezlerindeki idrar içeriğini ölçmede kullanılması incelenmiştir. Akıllı telefonun genel dirençli sensörlerle donatılmış pasif NFC etiketlerini okuması sağlanarak tele-sağlık hizmetlerini kolaylaştırmak için NFC özellikli akıllı telefonların nasıl kullanılabileceği gösterilmiştir. Akıllı telefon bir sensöre yaklaştırarak NFC sensör verilerinin bir web sunucusuna nasıl okunup iletilebileceği gösterilmiştir. Çalışma, dirençli sensörler için yapılmış ve pasif etiketteki mikro denetleyiciye güç verilerek daha gelişmiş ölçümler yapma potansiyeli doğrulanmıştır. İnsan dokusunun incelenmesiyle ilgili ön deneylerin, bu tür NFC etiketlerin insanlara implante edilebileceğini gösterdiği belirtilmiştir.

[41]'de bir ölçüm veya sensör cihazının uzaktan izlenmesi ve veri toplama işlemini kolaylaştırması için genel bir NFC sensör arabirimi geliştirilmiştir. Bir NFC etkin HRM (Heart Rate Monitor) çalışmada bir konsept uygulama olarak ele alınmış ancak bu fikrin herhangi bir sensör veya ölçüm cihazı ve çok sayıda uygulama için genişletilebileceği belirtilmiştir. Bu çalışma, manuel olarak gerçekleştirildiğinde sıkıcı veya hataya neden

olabilecek görevleri basitleştirmek ve hızlandırmak için NFC kullanımını savunarak katkıda bulunmaya çalışmıştır.

[42]'de hastaneler için, NFC ve bluetooth teknolojilerini bütünleştiren bir sistem tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Sistem, uzak birime yerleştirilmiş NFC teknolojisini kullanarak, her hastaya verilen akıllı kartta saklanan, kişisel ve tıbbi verileri hastadan toplamak için tasarlanmıştır. Bu sistemin özellikle tıbbi acil durumlarda ve fiziksel hasar, yağmur, deprem ya da yangın sonucu yanlış okunması, hasar görmesi ya da kaybedilmesi durumunda elle yazılmış kâğıt tıbbi kayıtlarla ilgili sorunları ortadan kaldıracağı belirtilmiştir.

[36]'da sağlık verilerini toplamak için web tabanlı bir EDC sistemi incelenmiş, örnek olarak bir kardiyovasküler izleme cihazı (cardiomontm) [43]' de çalışılmış olan arayüz ile NFC ile uyumlu hale gelmiştir. Sistem pilot deneme olarak Graz Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Bölümünde kullanılmış ve kalp yetmezliği çeken yatan hastalar hastanede kalış süreleri boyunca izlenmiştir. Mevcut sistemin, klinik ortamda kullanımı kolay, sezgisel ve zamandan tasarruf sağlayan veri edinimine olanak tanıdığı belirtilmiştir. Geliştirilen yöntem böylece klinik araştırma verilerini rahat ve emniyetli bir şekilde toplamaya yönelik ek bir seçenek sunmuştur.

[43]'de NFC ile sağlığa dair veri edinme sürecini basitleştirmek ve bir tıbbi ölçüm cihazını etkinleştirmek için çok amaçlı bir NFC modülü geliştirilmiştir. Çalışmada yalnızca tek bir senaryo (tansiyon ölçümü) desteklenmiştir. Prototipik olarak geliştirilmiş NFC tabanlı ev izleme konseptinin kullanılabilirliğini değerlendirmek için öğrenciler cep telefonu tabanlı veri toplama ve iletim için WAP, J2ME ve NFC teknolojilerini ölçüp karşılaştırmış ve bu araştırmanın sonuçları ile NFC teknolojisinin ev izleme senaryolarında hastalardan veri edinme süreçlerindeki teknik altyapı eksikliğini kapatma potansiyeline sahip olduğu varsayımı teyit edilmiştir.

### **3.1.3. Hasta tanımlama ve elektronik tıbbi kayıt uygulamaları**

Özellikle merkez noktalara uzak ve gelişmemiş bölgelerde sağlık tesisleri yetersiz olduğundan sağlık çalışanları kısa sürede çok sayıda hastayı görmek ve muayene etmek zorunda kalmaktadır. Hasta tanımlanmasında kâğıt tabanlı belgelendirme çalışmalarına alternatif olarak NFC teknolojisinin kullanımı tanımlama süresini azaltarak verimliliği

arttırmakta ve manuel gücü azaltmaktadır. NFC tabanlı tanımlamanın kullanılması ile hastalara yanlış tedavi verilmesi engellenmektedir. Hastayla doğru tıbbi belge ve tedaviler arasında bir bağlam oluşturmak için hasta tanımlamasının NFC teknolojisiyle yapıldığı araştırmalar bu kısımda incelenmiştir.

[44]'de NFC tabanlı gerçek zamanlı hastane hasta yönetim sisteminin geliştirilmesi için çok katmanlı sistem mimarisi tanımlanmıştır. NFC okuyucusu (bu çalışmada Poken), hastaneye giren veya doktor kabinine giren kişilerin verilerini toplamak için bir kapının üzerine yerleştirilmiş ve her veri alındığında veri tabanına bağlanarak hemen güncellenmiştir. Bu mimarinin yönetim departmanı, hemşirelik bölümü, kat hizmetleri departmanı, yardım masası, hasta fatura, eczane departmanı ve acil serviste kullanılabileceği öngörülmüştür.

[45]'de küçük çocuklarda pnömoni tespitini kolaylaştırmak için, birden fazla sağlayıcıda elektronik hasta tanımlama ve izlemeye izin vermek için NFC özellikli cep telefonlarını kullanan araçlar geliştirilmiştir. Bu teknoloji ile pnömoninin ne sıklıkta ortaya çıktığını gösteren istatistiklerin toplanması ve halk sağlığı açısından önem taşıyan diğer raporlanabilir hastalıkların (HIV, hepatit vb.) salgınlarını bildirmek için kullanılabileceği belirtilmiştir.

[46]'da NFC etiketi veya bilek bantlarının kullanımıyla hastanın dijital verilerinin bir sunucuda tek bir dokunuşla saklanması ve ilerlemesi sağlanmıştır. Bilek bandı hastaya tahsis edilerek, hastanın NFC etiketi ile benzersiz bir kimlik numarasına sahip olması sağlanmıştır. Doktorun NFC özellikli cep telefonunu el bilek bandına bastırması ve hastanın rahatsızlığının / hastalığının, danışman doktorun, daha önce verilen reçetelerin, yatağın vb. tüm ayrıntılarını alabilmesi ve daha sonra doktor tarafından verilen yeni reçetelerin sunucuda saklanması amaçlanmıştır. Önerilen sisteme hastanın dinamik verileri gibi ek özellikler eklenebileceği öngörülmüştür.

[47]'de hasta tanımlanması hedef alınmış ve senaryoda doktor, hasta, yönetici, muhasebeci olmak üzere dört üye rol oynamıştır. Hastanın hastaneyi ilk kez ziyaret etmesi durumunda ilgili hastane görevlisinin hasta bilgilerini doldurması ve hastaya NFC etiketi sağladıktan sonra bilgilerin doğrudan sunucuya kaydedilmesi ve hasta kimliği olan etiketi hastaya teslim etmesi sağlanmıştır. Hasta doktor kabinini ziyaret ettiğinde, doktorun NFC özellikli cep telefonu ile hasta etiketini tıklaması ve hastanın ayrıntılarını sunucudan alması gerçekleşmiştir. Muhasebecinin aynı şekilde hastanın hastaneye ilişkin harcamasını kontrol

etmesi de sağlanmıştır. Bu çalışma ile sağlık sistemini farklı teknolojik yollarla iyileştirmek ve hasta bilgilerini küreselleşmiş biçimde dönüştürmek için daha iyi bir iletişim ve güvenli yol sağlamak amaçlanmıştır.

[48]'de hasta verilerini depolamak ve sorgulama amacıyla mevcut openEHR tabanlı arka uç sistemi içinde hastaları ve bunlara karşılık gelen EHR'leri tanımlamak için NFC teknolojisinin kullanımı amaçlanmıştır. Hastaların bilek bandına yerleştirilen küçük bir giyilebilir NFC etiketi ve mobil cihazları arka uça bağlamak için önceden hazırlanmış olan ehr-http eklentisi kullanılmıştır. Akıllı telefonlar ve tabletler gibi NFC özellikli mobil cihazların, yakında bulunan NFC etiketlerinden EHR'yi arka uç sisteminde arayıp kimliğini çıkarması, bulunduğu zaman ilgili verinin XML'ye seri hale getirilerek okuma yapan cihaza geri gönderilmesi sağlanmıştır. Arka planda mevcut bir EHR yoksa hasta için yeni bir EHR oluşturulması da sağlanmıştır. Uygulama NFC etkin olan Android tabanlı cihazlarda çalıştırılmış ancak daha geniş bir yükleme tabanına hitap etmek için Apple'ın iOS ve Windows Phone gibi diğer platformlarını desteklemesi planlanmıştır.

[49]'da sağlık sektöründe kalite güvencesinin geliştirilmesi ve klinik hataların azaltılması amacıyla, NFC teknolojisini kullanan bir EMR mimarisi önerilmiştir. Elektronik tıbbi kayıtlar (EMR) sistemi ile hasta kayıt tutma işleminin tüm sürecinin daha kolay, daha doğru ve daha verimli hale getirilmesi amaçlanmıştır. Bir EMR sistemi ile doktorlar, hasta kayıtlarını elektronik olarak girmelerini sağlayan özel yazılımlar kullanmış ve bu yazılım ile hasta bilgilerinin ve tıbbi verilerin bir sunucuya depolanması sağlanmıştır. EMR yazılımı aynı zamanda, hasta faturalandırma işlemini kolaylaştırmak için teşhis ve işlem kodlarını aktarmak gibi tıbbi faturalandırma yazılımlarıyla koordine edilmiştir.

#### **3.1.4. Hastane randevu alma uygulamaları**

Sağlık hizmetlerine olan talep arttıkça iyi tasarlanmış bir randevu sistemi beklentisi daha çok artmıştır. İyi tasarlanmış bir randevu sistemi sağlık hizmetlerine zaman kaybı olmadan ulaşılmasına yardımcı olabilmekte, hasta memnuniyeti ve hekim verimliliğini arttırabilmektedir. Kâğıt tabanlı randevu sistemlerinde yeniden planlama veya güncelleme süreci yorucu işlemlere neden olmakta ve hasta memnuniyetsizliği oluşmaktadır. Randevu sistemlerine teknolojik yöntemlerin eklenmesiyle belirtilen sorunların çözülmesi hedeflenmektedir [50].

[51] ve [52]'deki NFC tabanlı mobil randevu sistemi çalışmalarında hastanın kioska NFC randevu kartını kullanması ve ardından randevu alması sağlanmıştır. Randevuyu alan hemşirenin, doktor muayenesinde yaş ve hastalık türüne göre hastaya öncelik tanınması sağlanmıştır. Sistemin temel zayıflığı, önceliklendirmenin otomatikleştirilmediği ve yalnızca yaş ve hastalık türüne göre önceliklendiren hemşireye bağlı olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca randevu almak için zamanlama kısıtlaması da çalışılmamıştır. Tüm bu eksiklikler, [51]ve [52]'deki çalışmaları geliştirme yönünde motive etmiş ve [50]'da önerilen sistem ile randevu noktasında bulunan kiosktaki NFC kartına dokunan hastaya randevu atamak için, kartın takılı olduğu zamanı göz önüne alan bir zamanlama aralığı sağlanmıştır. Randevu alınması ve mobil yoluyla yapılan randevuyu onaylayan hastalar için 15 ila 30 dakika arasında bir zaman aralığı verilmiştir. Ayrıca hastanın randevu alırken doktorları seçme seçeneği sunulmuş, tüm randevular bir kez alındığında, sistem her bir hastanın yaşına, profiline ve hastalık türüne bakmadan randevuları otomatik olarak önceliklendirmiştir. NFC okuyucunun randevu almak için hastane randevusu veri tabanına bağlandığı NFC tabanlı Mobil randevu sistemleri mevcut olduğundan , [51] [52], uygulamada NFC aygıtı simüle edilmiş ve gerçek donanım kullanılmamıştır. Yani temel olarak burada tekrar NFC bazlı mobil randevu sistemi oluşturmak yerine daha önceki sisteme dayanan akıllı randevu planlamasına yönelik araştırma olarak NFC tarafı simüle edilmiştir. Gelecekte, hastanelerde NFC tabanlı randevu sisteminin, bekleme süresinin azaltılması konusunda bir analiz yapmaya yönlendirileceği belirtilmiştir. Buna ek olarak hemşire tarafından ve ayrıca eczanede ilaç toplama hizmetinden sonra doktor muayenesine nasıl öncelik verilmesi gerektiği yönünde çalışılacağı belirtilmiştir.

### **3.1.5. İlaç yönetim ve tanımlama uygulamaları**

Hemşirelikteki hataları araştıran Benner'in çalışma grubu, farklı ilaç hataları için bir taksonomi yaratmıştır. Grup, çalışmalarında yanlış ilaç dozu, ilaç verme zamanının yanlış olması, çok hızlı IV oranı, yanlış bileşim, yanlış yönetim yolu, yanlış ilaç verilmesi, bir hastanın yanlış tanıtılması nedeniyle yanlış ilaçlar verilmesi olmak üzere yedi hata tipi tespit etmiştir [53]. NFC teknolojisi belirtilen ilaç hatalarını engellemek ve hastanın güvenli bir tedavi almasını sağlamak için sağlık sektöründe dikkat çeken bir teknoloji olmuştur. NFC'nin ilaç kullanım senaryolarına uyarlandığı araştırmalar bu bölümde incelenmiştir.

[54]'de Finlandiya'daki Kuopio Üniversitesi Hastanesi için oluşturulan pilot sistemde, RFID ve NFC ile hastanelerin ilaç tedavisinde daha az ilaç hatası veya daha az komplikasyon türleri olacağı bir seviyeye nasıl ulaşabileceği araştırılmış, böylece hasta güvenliğinin tehdit edilmesinin önlenmesi amaçlanmıştır. Sistemin daha sonra hastanenin eczanesine devredilecek olan otomatik ilaç dağıtıcısına (AMD) entegre edileceği düşünülmüştür. KUH otomatik tanımlama sisteminin bazı sorunlara sahip olduğu görülmüştür. İlaçların ilaç kutusuna nasıl yerleştirileceği sorunu ortaya çıkmış ve sistemin kesin harcamalarının araştırılması gerektiği belirtilmiştir.

[55]'de hastaların sağlık ocaklarına gitmeden reçeteleri evden almalarını sağlayacak bir öneri sunulmuştur. Çalışma hastanın cep telefonu uygulaması, doktorun PC uygulaması, eczanenin PC uygulaması ve sistem yöneticisi tarafından kullanılan merkezi bir sunucu olmak üzere dört ana bileşenden oluşmuştur. Her bir ilaç kutusuna ilaca göre bilgiyi depolayan bir NFC etiketi eklenmiş ve NFC'li telefona kurulu olan uygulama ile etkileşim kurmak için bir NFC etiketleri paneli oluşturulmuştur. Göz hastalıklarına sahip insanlar için uygulamanın, panel üzerindeki bilgileri ses olarak çalması sağlanmıştır. Sistem kolay bir kullanıcı etkileşimi sunsa da, cep telefonunu almak ve NFC etiketlerine yakınlaştırmak gerektiğinden el problemi yaşayan kullanıcılar için çözüm sunmamıştır. İspanya Castilla-La Mancha'da bulunan bir sağlık kuruluşu bu çalışmayı desteklemiştir.

[56]'da ilaç reaksiyonları ve dozundan kaynaklanan klinik hataları çözmek için bir çözüm sunulmuştur. İlaçlar, NFC teknolojisi ve barkod ile tanımlanmış ve ilaç tanımlandıktan sonra potansiyel reaksiyonları saptamak için hastanın alerji profili ve elektronik sağlık kaydı ile eşleştirildiği farmasötik akıllı bilgilendirme sistemine gönderilmiştir. Çalışmada NSAID alerji profiline sahip bir hasta, sistemi gerçek koşullar altında test etmesi için düşünülmüştür. İlaç veri tabanı, mevcut ve gelecekteki tüm ilaç maddelerini benimsemek ve güncel tutmak için, İspanyol ilaç birliği veritabanı (PortalFarma) ile senkronize edilmiştir. Devam eden çalışmalarda çözümün ilave ilaç etkileşimleri ile genişleteceği belirtilmiştir.

[57]'de görme özürlü yaşlı kullanıcıların ilaç tedavisini desteklemek için NFC tabanlı bir çözüm sunulmuştur. Konseptin fizibilitesini göstermek için BlindNFC adı verilen bir prototip uygulanmıştır. NFC etkin bir PDA ile ilaç paketine dokunularak ilaç adının ve dozaj bilgilerinin yüksek sesle okunması işlevselliği sağlanmıştır. İlaç paketlerinin yanı sıra diğer günlük fiziksel nesneleri ses mesajları kullanarak etiketleme ve tanımlamanın teknolojiye

potansiyel bir değer bulduğu belirtilmiştir. Geliştirilen BlindNFC prototipi, Finlandiya ve İspanya'daki kullanıcı çalışmalarıyla değerlendirilmiş ve çalışmalara görme ve diğer işlevsel yeteneklerinde çeşitli düzeylerde sorun yaşayan 39 yaşlı insan katılmıştır.

### 3.1.6. Yönetim uygulamaları

Favela, hastane hemşirelerinin, tıp stajyerlerinin ve hekimlerin günlük iş akışını analiz ederek, sağlık çalışanlarının bilgi yönetimi için harcadığı sürenin toplam çalışma süresinin % 20'sini oluşturduğunu tespit etmiştir [58]. Harcanan bu zaman hekim ve hemşirelerin hasta ile temas süresini azaltarak hizmet kalitesinde düşüşe neden olmaktadır. Sağlık sektörüne NFC teknolojisi entegre edilerek yönetim süreci otomatikleştirilebilmekte ve bilgi yönetimi sorunları temas yoluyla tek bir etkileşimle çözülebilmektedir.

[59]'da çeşitli hemşirelik görevlerini yerine getirmek için NFC teknolojisine dayalı bir sistem sunulmuştur. NFC etiketleri ve NFC mobil cihazın etkileşimiyle, bir hemşirenin doğal bir şekilde hizmet verebilmesi ve daha karmaşık görevleri yerine getirebilmesi için NFC okuyucu ve dokunma etkileşim mekanizmalarının birleştirilmesi sağlanmıştır. Önerilen yaklaşıma dayalı prototip geliştirildikten sonra, eğitim modülü İspanya'daki Ciudad Real ve Albacete hemşirelik okullarında yapılan bir deneyle değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım kullanılarak bir hastane tesisinde sağlık alanında farklı mekanizmaların dâhil edebileceği belirtilmiştir.

[60]'ta hemşirelik bakım yönetimi için NFC teknolojisi ile bir teklif sunulmuştur. Basit bir dokunuşla bilgileri yönetme süresini azaltma hedeflenmiştir. Öneride, hemşireler için reçete edilen ilaçlar ve dozlar, ilaç hazırlama, kan ve idrar testleri, farklı diyetlerin yönetimi, çeşitli bakım görevleri ve kan basıncının ve sıcaklığın alınması görevleri incelenmiştir. Bilginin görselleştirilmesi ile bir hastane servisindeki hemşirelik bilgileri yönetimine ilişkin öneri tamamlanmıştır.

[61]'de hastalara ait klinik bilgileri yönetmek için bir yaklaşım sunulmuştur. Yaşlanmaya yüz tutmuş üç insan ile hayati işaret ölçümü, ilaç reçetesi kontrolü ve hasta kayıt yönetimini içeren üç sorun için tek bir çözüm önerilmiştir. Hepsinde, basit bir etkileşimle, bir cep telefonunun bir etikete yaklaştığı varsayılmıştır. Sonuçlara göre bu uygulamanın, hastaya

tavsiyelerde bulunabileceği ve aynı zamanda otomatik olarak doktorla iletişim kurulabileceği gösterilmiştir.

### 3.2. NFC Vaka Uygulamaları

Bu bölümde sağlık şirketlerinde mevcut NFC teknolojisi kullanım durumu, çeşitli sağlık şirketleri ve organizasyonlarından örnekler incelenerek araştırılmıştır. Araştırmacılar ve sağlık yöneticilerinin NFC teknolojisinin sağlık sektöründe nasıl uygulanacağı konusundaki çalışmalarını netleştiren vaka örnekleri sunulmuştur.

Giyilebilir cihazlar(etiket), hastaların kendi başına sıcaklık ve nabız gibi hayati verileri izlemelerine olanak tanımaktadır. Bu giyilebilir etiketler üzerindeki NFC bağlantısı, bir akıllı telefon veya tablet ile sensör ölçümlerinin okunmasını ve görüntülenmesini sağlamaktadır.

Texas Instruments'in geliştiricileri, giyilebilir sağlık ve spor uygulamaları oluşturmak için tek ve iki yongalı RF430 NFC aktarıcı ailesini geliştirmişlerdir. Automated Assembly Corporation (AAC), insan vücuduna yapışan yeni bir NFC etiketleri dizisi olan InfoSkin'i üretmiştir. Etiketlerle personelin tedavi kayıtlarını güncellemesi ve hasta faaliyetleri için otomatik zamanlama oluşturmalarının sağlanması amaçlanmıştır. Aynı şirket transdermal yamalar ile ilgili potansiyel sorun olan, NFC bağlantısı yapmak için gereken anten problemini çözmek için bir devre yerine etiket içine yerleştirilen ve etiketi oldukça kolay aşan bir anten oluşturma fikri üzerinde çalışmıştır. Gömülü CPU sağlayıcı Ingenic Semiconductor giyilebilir sağlık cihazları ve endüstriyel cihazlar oluşturmak için kullanılabilecek bir MIPS tabanlı geliştirici kartı piyasaya sürmüştür. Ergonomidesign tarafından geliştirilen "MiniME" adlı bir biyometrik cihaz RFID ve NFC kullanarak sağlık durumlarını izlemek için hastanın vücuduna yerleştirilen biyometrik sensörleri kullanmıştır. MiniMe; EKG, kan basıncı, kalp atış hızı, nabız oksimetresi, vücut sıcaklığı, kan glikozu, kolesterol, hemoglobin gibi çeşitli hayati parametre düzeylerini ölçen biyometrik sensörlerden veri toplayabilmek için NFC'yi kullanmıştır. Ayrıca MiniMe konsepti ürün tasarımı ödülü kazanmıştır. VivaLink şirketi sürekli olarak sıcaklığı ölçen ve bu bilgiyi akıllı telefona kablosuz olarak gönderen FDA onaylı giyilebilir bir termometre olan Fever Scout ve kalp atış hızı (HR) ile solunum hızı (RR) verilerini toplamak için EKG sensörlerini kullanan kablosuz giyilebilir etiket olan Vital Scout ürünlerini piyasaya sürmüştür. Bu

ürünlerle gerçek zamanlı biyometrik geri bildirim ve uygulanabilir bilgiler sağlanmıştır. Belirtilen bu giyilebilir örneklerle birlikte AMS firması, deri altındaki bir implantta kullanılabilen sensör özellikli bir NFC etiketini duyurmuştur. Bu etiket, diyabet hastalarının cilt altına implant edilen küçük bir cihaza basitçe bir NFC telefonu tutarak glikoz seviyelerini okumalarını amaçlamıştır.

NFC'nin vital parametreleri ölçme üzerine kullanım alanları farklı şirketler tarafından gerçekleşmiştir. ABD merkezli Mayo Clinic ve Almanya'nın Fraunhofer Enstitüsü ortak girişimle ve mobil sağlık uzmanı Gentag ve glikoz izleme çözümleri sağlayıcısı NovioSense ile birlikte, hastaların kan şekeri düzeylerini izlemek için glukometrelerin yerini alacak bir NFC tabanlı diyabet izleme sistemi geliştirmişlerdir. Her şirket glikoz izlemeyi yapabilmek için farklı bir yöntem sunmuştur. Gentag yaklaşımı, bir cilt yaması veya kablosuz algılayıcıya dayanırken, Noviosense yaklaşımında oldukça küçük spiral şekilli kablosuz bir sensör alt gözkapağına konulmuş ve bir kan testi yapmadan sadece gözyaşından şeker ölçümünü mümkün kılmıştır. Bu sensörler ayrıca sahip oldukları NFC teknolojisi ile şeker durumunun sürekli olarak akıllı telefonda takip edilmesine olanak sağlamıştır. Gentag şirketi ayrıca hamilelik, doğurganlık, patojenler, yardımcı ilaçlar, alerjenler ve hatta belirli kanser türleri için kendi kendini test etmeyi mümkün kılmak için NFC ve immünoassay teknolojilerini birleştiren bir teşhis test platformunu sergilemiştir. İsveç firması Cypak ve ABD merkezli Meridian Health arasındaki ortak girişim olan Impak Health, test sonuçlarını kullanıcının Android NFC telefonuna veya tabletine aktarmak için yakın alan iletişimini kullanan yeni bir kalp izleme cihazı RhythmTrak ve potansiyel uyku bozukluklarını izlemelerine yardımcı olacak SleepTrack'ı geliştirmişlerdir. Kredi kartı boyutundaki cihazda toplanan verilerin, gerektiğinde bir NFC okuyucuyla bir klinisyene, akıllı telefona veya tablete iletilebilmesi sağlanmıştır. Benzer şekilde, bir fitness izleme şirketi olan FITBIT, yakılan kalori, atılan adım sayısı ve diğer ayrıntıların bir bilek bandından NFC ile kullanıcının akıllı telefonuna aktarılmasını sağlayarak spor istatistiklerine erişmelerine izin vermiştir. Gentag ve The Core Institute şirketleri ortak girişimle, tıbbi operasyonlar ardından hastaların sağlık durumlarını kendilerinin takip edebileceği bir tıbbi kablosuz izleme kiti geliştirmişlerdir.

NFC'nin hasta tanımlanmasında kullanımı için İngiltere merkezli Tap2Tag firması, bir kişinin tıbbi geçmişi ve ilişkili bilgilerini anında almak için kullanılabilen NFC bileklik, anahtar, kart ve çıkartmalardan oluşan ürün yelpazesini tanıtmıştır. Kullanıcılar adları,

alerjileri, tıbbi durumları, ilaçları, doktor detayları, kan grubu ve organ verme tercihlerini şirketin web sitesinden yükleyebilmiş ve bir acil durumda bir NFC telefonu ile bu bilgileri bulut sunucusundan alabilmişlerdir. Benzer şekilde HealthID firması, önemli kişisel sağlık ayrıntılarını depolayan ve tıbbi acil durumlarda bir NFC telefonu ile erişilebilen bileklik ve kartlar piyasaya sürmüş ve VitaBAND kullanıcıların tıbbi geçmişi, reçeteleri ve acil durum rehberi ile programlayabilecekleri NFC özellikli tıbbi kimlik bileziklerini satışa sunmuştur. Taiwan Mobile, yaşlılara ve özellikle alzheimer hastalığına yakalananlara kaybolmaları durumunda yardımcı olabilecek bir NFC bileziğini tanıtmıştır. Kablosuz iletişim uzmanı Sistelnetworks, ürettiği vWand NFC kalemıyla hasta tanımlamayı ve alzheimer hastalığına yakalananlara nasıl yardımcı olabileceğini göstermiştir.

NFC'nin tıbbi cihazları veri almak üzere başlatmasına örnek olarak Plus Prevention firması kan basıncı monitörleri, glikoz sayaçları, vücut yağ ölçeği ve bir pedometre ile birlikte iki akıllı telefon uygulaması bulunan TapCheck serisini tanıtmıştır. Bu serideki cihazlardan gelen tüm verilerin basit bir dokunmayla herhangi bir Android NFC akıllı telefonuna veya tabletine aktarılması sağlanmıştır.

NFC'nin ev izleme senaryolarında kullanımı için Gentag ve Advanced Health & Care şirketleri, bakım çalışanları tarafından yapılan ev ziyaretlerini izlemek için tasarlanmış bir NFC telefonunun dünya çapında kullanılabilirliğini duyurmuş ve gerçek zamanlı görev listelerinin bakım görevlilerine gönderilmesi ve varış ile ayrılma sürelerini belirlenmesi amaçlanmıştır. Hollanda güvenlik ve kimlik uzmanı Nedap, Hollanda'daki 50.000'den fazla sağlık görevlisinin günümüzde NFC telefonları kullandığını bildirerek evde sağlık hizmeti veren hemşireler için ne kadar kaldıklarını ve ziyaret ettikleri her hasta için yaptıklarını tamamen otomatik bir konseptte kaydedip aktarmayı sağlayan bir çözüm sunmuştur. Benzer bir çalışma Fransa'da da uygulanmıştır. İngiltere merkezli Advanced Health & Care ile çalışan Fransız şirketi Cosy Phone, bakım çalışanları ve ofis personeli arasında gerçek zamanlı iletişim ve bilgi aktarımı sağlamak için NFC özellikli telefon ve etiketleri kullanan bir uygulama geliştirmiştir.

NFC'nin ilaç kullanım senaryolarında kullanımını teşvik etmek için Harvard Tıp Fakültesi, Brigham Kadın Hastanesi (BWH), hemşirelerin her hastanın ilacını izlemesini ve yönetmesini kolaylaştırmak amacıyla bir NFC sistemi geliştirmiştir. İlacın uygulanmasında hemşireler, NFC'li tableti hastanın bilek bandındaki etiketleri, ilaçları ve kimlik belgesini

okumak için kullanmıştır. Tablet üzerinde çalışan uygulama hasta için hangi ilaç ve dozun doğru olup olmadığını kontrol etmiş ve hangi ilaçların hastaya verildiğini ve kim tarafından yapıldığını kaydetmesi sağlanmıştır. Fransa'da eczaneler Nice Üniversitesi Hastanesi tarafından geliştirilen NFC Pharma adlı bir uygulamayı test etmektedir. Uygulama, tüketicilerin sağlıklı beslenme gereksinimlerini ve diğer ilaçları detaylandıran bir sağlık profili oluşturmaya olanak tanımıştır. Bu uygulama ile hastanın ilaçlara NFC ile dokunarak ilaç etkileşimleri veya diğer potansiyel riskler hakkında bilgi alabilmesi sağlanmıştır. Finlandiya'daki VTT Technology tarafından geliştirilen bir demo uygulaması olan HearMe, görme ve işitme engelli kullanıcıların bir ilacı kullanmadan önce ilacın adını ve eczacının kaydettiği doz talimatlarını duymasını sağlamıştır. Gema Touch kullanıcıların ilaçlarını izlemelerine yardımcı olmak için tasarlanmış NFC özellikli çıkartmalar içeren bir kit satmaktadır. Information Mediary Corporation (IMC), hastanın reçeteli ilaçlara uymama sorununa çözüm getiren Medic'i tanıtmıştır. Akıllı ambalaj uzmanları IMC tarafından geliştirilen Medic ECM, aktif hasta girişi olmadan herhangi bir blister ambalaj formatı için ilaç kullanımını izlemektedir.

Sony Corporation, NFC uyumlu akıllı telefonlar ve NFC özellikli sağlık cihazları arasındaki uygulamalar arasında iletişimi sağlayan, Windows, Linux ve Android de dahil olmak üzere birçok işletim sistemi için ücretsiz olarak kullanılabilen bir NFC sağlık kitaplığı geliştirmiştir [62]. Omron, Terumo ve A & D gibi şirketler, Sony çözümünü, pedometre, kan glikoz sayaçları gibi cihazlarıyla birleştirmişlerdir.

NFC Forum Yakın Alan İletişimi teknolojisini kullanan cihazlar arasında kişisel sağlık verilerinin değişiminde açık olarak tanımlanmış bir standart gereksinimine çözüm sağlamak için kişisel sağlık aygıtları iletişim teknik spesifikasyonunu (PHDC) yayımlamıştır. Bu spesifikasyonun amacı, kablosuz kan basıncı denetleyicileri, ağırlık tartıları ve glikoz sayaçlarından alınan verilerin doktorlar tarafından izlenmesi amacıyla harici bilgisayar sistemlerine iletilmesi için standart bir yol oluşturulması ve birlikte çalışabilirliğin sağlanmasıdır [63].

### **3.3. NFC'nin Sağlıkta Kullanımının Avantajları**

NFC teknolojisinin sağlıkta kullanımının diğer kablosuz iletişim teknolojilerine göre birçok avantajı bulunmaktadır. NFC bilgi alışverişi için iki yönlü iletişim sağlamaktadır. Yani her

iki cihaz da tek yönlü iletişimi teşvik eden bluetoothtan farklı olarak aynı anda veri gönderip alabilmektedir [64].

NFC teknolojisi ISO/IEC 14443'e dayalı temassız akıllı kart ve Felica teknolojileriyle uyumlu olduğundan var olan temassız akıllı kart teknolojisi alt yapısıyla kullanılabilir.

Sağlık alanında kullanılabilirlik açısından bakıldığında, kablolu bağlantıların güç tüketimi, hantal olması, zamanla hijyen problemi oluşturmaları, yıpranması, ihtiyaç duyulduğunda kaybolabilmesi vb. sorunlar kablosuz iletişim teknolojilerinin daha çok tercih edilmesine sebep olmuştur.

NFC'nin bluetootha kıyasla çok düşük güç tüketimi gerektirmesi sağladığı en büyük avantajlardan biridir. NFC düşük güç tüketimi nedeniyle bluetoothdan daha kısa menzilde çalışmaktadır. Bluetooth, 10 metreye kadar veri aktarırken NFC yaklaşık 10 cm'lik bir alanda veri aktarımı yapabilmektedir. Bu kısa mesafe dezavantaj gibi görünse de güvenlik açısından bilinmeyen bağlantıların kurulması olasılığını azaltmaktadır. Ayrıca, bluetoothun aksine NFC durumunda iki cihaz arasında manuel olarak eşleştirme yapma problemi ortadan kalkmakta ve iki cihaz arasında saniyenin onda biri sürede bağlantı gerçekleşmektedir. Dolayısıyla NFC, bluetooth ve Irda gibi diğer kablosuz teknolojilere kıyasla daha hızlıdır. Ayrıca bu teknolojilere kıyasla düşük fiyat avantajı sağlamaktadır [47]. Özellikle sürekli çalışan ve çok sayıda kullanılan sağlık izleme cihazları göz önüne alındığında belirtilen avantajlarından dolayı NFC diğer kablosuz teknolojilere kıyasla daha iyi bir çözümdür.

NFC sağlık cihazları arasında veri iletişimi ve aktarımı sırasında bluetoothun uzun bir sinyal aralığı avantajını kullanarak iki cihazı hızlı bir şekilde bağlayabilmekte, ardından sinyalleri bluetootha çevirerek ve iki cihaz arasındaki bağlantıyı koparmadan daha da uzaklaşmalarını sağlayabilmektedir[35].

NFC, ağırlık, tansiyon gibi seyrek ölçümlerde ölçüm sonuçlarının direk olarak bir mobil cihaz ile alınıp saklanması sağlayabilmektedir. Nabız izleme gibi gerçek zamanlı izleme gerektiren uygulamalarda ise yoğun veri aktarımı gerektiğinden, iki cihaz arasında bluetooth iletişimi sağlamak için tetikleme aracı olarak kullanılabilir.

NFC, kâğıda dayalı belgeleme çalışmalarını ortadan kaldırarak hasta tanımlanmasını hızlandırmakta, verimliliği artırmakta ve manuel gücü azaltmaktadır. Hastanın hastaneye gelirken önceden tanımlanmış etiketini yanında getirmesi yeterli olmaktadır. Etiket içerisinde hasta tanımlama bilgileri, görüntüleme sonuçları, alerji listeleri vb. hastaya ait her türlü bilgi bulunabileceğinden hastanın ağır dosyaları yanında taşınması gerekliliği ortadan kalkmakta, hasta kayıt süreci hızlanmakta ve sağlık personelinin kâğıt tabanlı süreci atlatarak hasta ile daha fazla ilgilenmesine olanak tanınmaktadır [44].

NFC teknolojisini kullanmanın diğer önemli avantajları, NFC standartlarının mevcut veri alışverişi formatlarını ve iletişim protokollerini kapsamaması, herhangi yeni bir altyapı gerektirmemesi ve akıllı telefonlarda veya PC'lerde veri yedekleme yapabilmeleridir [44].

RFID cihazlarının tıbbi cihazları etkileyebileceğini iddia eden araştırmalar olmasına rağmen Christe ve meslektaşlarının yapmış olduğu çalışmalar, düşük güç düzeylerinde yakın alan ve uzak alan antenlerinin tıbbi ekipmanı değiştirmediklerini göstermiştir [65]. Ayrıca birçok cep telefonunun yaydığı radyasyon gücünün gömülü bir NFC/RFID okuyucunun radyasyon gücünden önemli derecede yüksek olduğu belirtilmiştir [45].

NFC sezgisel bir iletişim yeteneği sunduğundan hastaların ve sağlık yardımcı görevlilerinin eğitim gereksinimi azalmakta ve kullanıcıların cep telefonu kullanmaları gerekse de nasıl kullanılacağını bilmelerine gerek kalmamaktadır [55]. Yaşlılar, motor becerilerinde bozukluk olan ve bakıma muhtaç olan hastalar için bu özellik çok büyük kolaylık sağlamaktadır.

NFC, enerji tasarrufu açısından vücuda implant edilmiş tıbbi cihazlar için çok uygundur. Vücutta yıllarca kalacak olan implante edilmiş cihazlar yalnızca gerektiğinde etkinleştirilebilmekte ve kablosuz olarak güç aktarılabilir [66].

NFC'ye sahip bir aygıtta herhangi bir görüntü biriminin yerleştirilmesine gerek kalmayacağı için küçük tıbbi ekipmanlar oluşturmak için NFC kullanılabilir. Ekipmana NFC özellikli bir cihazla dokunulup okumalar görüntülenebilir [67].

### 3.4. NFC'nin Sağlıkta Kullanımının Dezavantajları

NFC için maksimum veri aktarım hızı, 424 Kbit'tir ve bu düşük veri aktarım hızı görüntüleme ve moleküler teşhis gibi büyük miktarda veri aktarımı gerektiren cihazlar için direk kullanıma uygun olmamaktadır. NFC'nin 10 cm'lik iletişim alanı güvenlik sağlamasıyla birlikte mesafeden dolayı alternatif teknolojilere kıyasla (örn. bluetooth 10 m mesafe) dezavantaj da olabilmektedir.

Hastane ortamında NFC'li pasif etiketlerin kullanılması durumunda kullanılacak olan harici okuyucu bluetooth teknolojisine kıyasla daha fazla güç tüketimine neden olmaktadır [45].

NFC, veri aktarımı için radyo dalgaları kullandığından cihazlar arasında iletişim kurulurken haberleşmenin dinlenmesi, veri bozulması, veri eklenmesi ve veri değiştirilmesi şeklinde kategorilere ayrılan güvenlik saldırıları olabilmektedir [67].

NFC cihazlarının kullanılması kişinin mahremiyetini etkileyebilmektedir. Belli bir mesafeden NFC etiketinin kimliği okunabilmekte ve aynı telefon daha sonraki bir zamanda etiketi okuduğunda kişinin giriş ve çıkış saatini belirleyebilmektedir [68].

## 4. ALERJİK MENÜ UYGULAMASI

### 4.1. Alerji Nedir?

Bazı besinler ve içeriklerinde bulunan katkı maddelerinin vücutta normalin dışında durumlar oluşturması ‘besin aşırı duyarlılığı’ olarak adlandırılmakta ve bu duyarlılık fizyolojik ve immünolojik mekanizmalarda oluşabilmektedir. Fizyolojik vücut mekanizmalarında oluşan aşırı duyarlılık durumu ‘besin intoleransı’ olarak, immünolojik mekanizmalarla oluşan aşırı duyarlılık durumu ise ‘besin alerjisi’ olarak adlandırılmaktadır[69].

Besin alerjisi bağışıklık sisteminin besinlere karşı verdiği anormal yanıt olarak ortaya çıkmaktadır. Bazı hastalarda alerji hafif düzeyde ve sadece yaşam kalitesini azaltıcı (kızarıklık, ürtiker, burun akıntısı vs) etki yaparken, bazı hastalarda hayati tehlikelere yol açabilecek ağır reaksiyonlara (anafilaksi) neden olabilmektedir. Alerji kişinin bağışıklık tepkisine göre deri, sindirim sistemi, solunum vb. pek çok organda görülebilmektedir[70].

Alerjinin en kötü tablosu olarak da adlandırılan anafilaksi; aniden başlayan, hızla ilerleyen, vücudun tüm mekanizmalarına etki edebilen ve hayat kaybına neden olabilen acil bir sağlık problemidir[71].

Günümüzde anafilaktik reaksiyonların en önemli nedenleri besin alerjileridir. Anafilaktik şok geçiren hastaların korunma önlemlerinin çok dikkatli bir şekilde alınması gerekmekte ve bu nedenle anafilaksi bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir[70].

Her toplumda beslenme alışkanlıklarına göre besin alerjisine sebep olan gıdalar değişmektedir. Ülkemizde sıklıkla inek sütü, yumurta akı, fındık, fıstık, ceviz, mercimek, buğday, et ve daha az sıklıkla soya, nohut ve balık alerjiye neden olabilmektedir. Ancak tüketilen her besinin alerjik reaksiyon geliştirebilme ihtimali bulunmaktadır [72].

Alerji problemi olmayan kişilerde herhangi bir rahatsızlığa yol açmayan alerjen maddeler solunum, ağız, temas ya da enjeksiyon yoluyla vücuda girebilmekte ve alerjik bireylerde duyarlılık oluşturabilmektedir. Özellikle daha önce anafilaksi geçmişi olan ve tanı almış hastalar alerjiye sebep olan besinleri diyetlerinden çıkarmak zorunda kalmaktadır. Çok az miktarda temas bile zaman zaman anafilaksiye neden olabilmektedir. Bu hastaların

besinlerini kendi kontrollerinde üretmeleri, ambalajlı gıdaları detaylı bir şekilde okumaları veya dışarda yemek yenilmesi gerektiğinde direk yemeği yapan aşçı ile irtibata geçilip detaylı bir şekilde içerik bilgisi vermesi sağlanmalıdır.

Detaylı sorgulamalara rağmen zaman zaman yanlış bilgi verilebilmekte, aşçı, garson vb. için önemsiz olan küçük bir detay (süt alerjili bireye pilav içeriğindeki az miktardaki tereyağını söylemek gibi) hastanın anaflaktik şoka girmesine sebep olabilmektedir.

Bu bölümde, gıda alerjisi bulunan ve zorunlu olarak hastanede kalması gereken hastaların hastanede kalış süresi boyunca alerjik durumlarına uygun olarak otomatik yemek menüsü oluşturulması ve alerjik kaydı olmayan hastaların program aracılığıyla alerji durumlarının kaydedilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada yemeklerdeki alerjenlerin hastanın alerji durumuyla karşılaştırılması, uygun menü seçeneğinin oluşturulması ve hastanın alerjilerinin güncellenmesi için NFC özellikli bir akıllı telefon uygulamasını içeren bir sistem çerçevesi önerilmiştir. Bu uygulama, yemek servisi öncesinde ilgili hasta bakıcı veya hemşirenin kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Uygulama ile hastanın alerji durumuna uygun yemek menüsü seçeneğinin oluşturulması ve uygun menünün hazırlanıp hastaya sunulması sağlanarak hastanın hastane ortamında yemek sıkıntısı yaşaması probleminin çözülmesi ve var olan yemekleri şüphe duymadan tüketebilmesi amaçlanmaktadır. Bu çözüm ile olası ciddi alerjik sorunların engellenmesi, sağlık hizmet kalitesinin ve hasta güvenliğinin artması amaçlanmaktadır.

Benzersiz kimliği olan bir NFC etiketi içeren bileklik giyen hasta ve hasta etiketini NFC'li mobil cihazı ile okuyan hemşire uygulamadaki aktörlerdir.

#### **4. 2 Uygulama Fonksiyonları**

Uygulama ara yüzünde alerjik menü oluşturma ve hasta alerji bilgisi güncelleme olmak üzere iki temel fonksiyon bulunmaktadır.

Menü oluşturma fonksiyonu, sunulacak yemek menüsünün etiketi okunan hastanın alerji durumuna uygun olarak oluşturulmasını sağlamaktadır.

Güncelleme fonksiyonu, bilinmeyen veya kaydedilmemiş bir alerji durumunda hastanın alerji bilgisini veri tabanında güncelleyerek uygun menünün oluşturulmasını sağlamaktadır.

#### **4.2.1. Menü oluşturma fonksiyonu**

Menü oluşturma fonksiyonu; hastanın bileğindeki etiketten kimliğini okumak ve hastane sunucusuna (veri tabanı) göndermek; veri tabanında gerekli karşılaştırmayı yapmak; karşılaştırma sonucundaki uygun yemek menüsünün etiketi okuyan hemşireye ve hastane sunucusu aracılığıyla ilgili hastaya özel olarak hazırlanmak üzere aşçının ekranına gönderilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Bu kısımda sistem üç aşamada çalışmaktadır:

Birinci aşamada, hasta etiketinin ikinci aşamada kullanılmak üzere okunması sağlanmakta, İkinci aşamada, benzersiz kimlik, hastane veri tabanından gerekli bilgileri almak için referans olarak kullanılmakta;

Üçüncü aşamada, oluşturulan menünün geribildirim yapılmaktadır.

##### Birinci aşama (etiketin okunması)

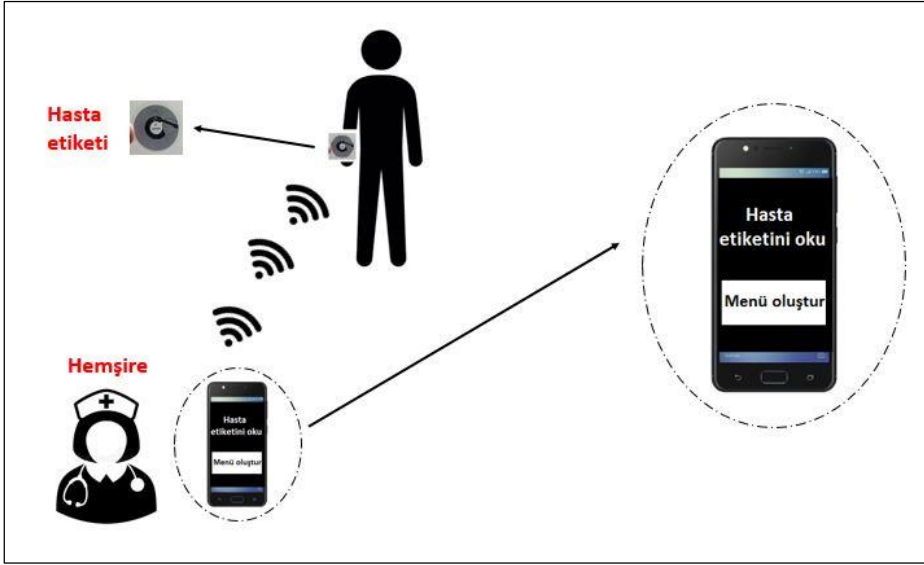
Etiketin okunma evresi uygulama çerçevesinin başlangıç noktasıdır. Hasta, hastane veri tabanındaki bilgilere karşılık gelen ve benzersiz bir kimliği olan NFC etiketli bir bilek bandı giymektedir.

Hemşire/hastabakıcı, kablosuz bir bağlantı yoluyla hastane veri tabanına bağlanan bir akıllı telefonu taşımaktadır. Mobil telefon NFC özellikli ve önerilen AlerjikMenü uygulamasına sahiptir.

Etiketin okunma aşamasında iş akışı aşağıdaki gibidir:

1. Hemşire akıllı mobil telefonunda gömülü olarak bulunan NFC okuyucuyu kullanarak hastanın NFC etiketini okur.
2. NFC uygulaması, hastanın alerji durumuna uygun yemek menüsünün hazırlanması için okunan benzersiz kimliği hastane sunucusuna gönderir.

Şekil 4.1’de etiket okuma aşaması gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Etiket okuma aşaması

#### İkinci aşama (bilgi alma)

Bu aşama birbirine kablosuz ağ ile bağlı olan, NFC uygulamasını içeren bir akıllı telefon tarafı ve hastane sunucusu ve veri tabanını içeren bir sunucu olmak üzere iki çalışma kısmından oluşmakta ve hastaya uygun menünün oluşturulmasını sağlamaktadır. Hastane sunucusu, NFC uygulaması ile hastane veri tabanı arasındaki bağlantı olarak çalışmaktadır.

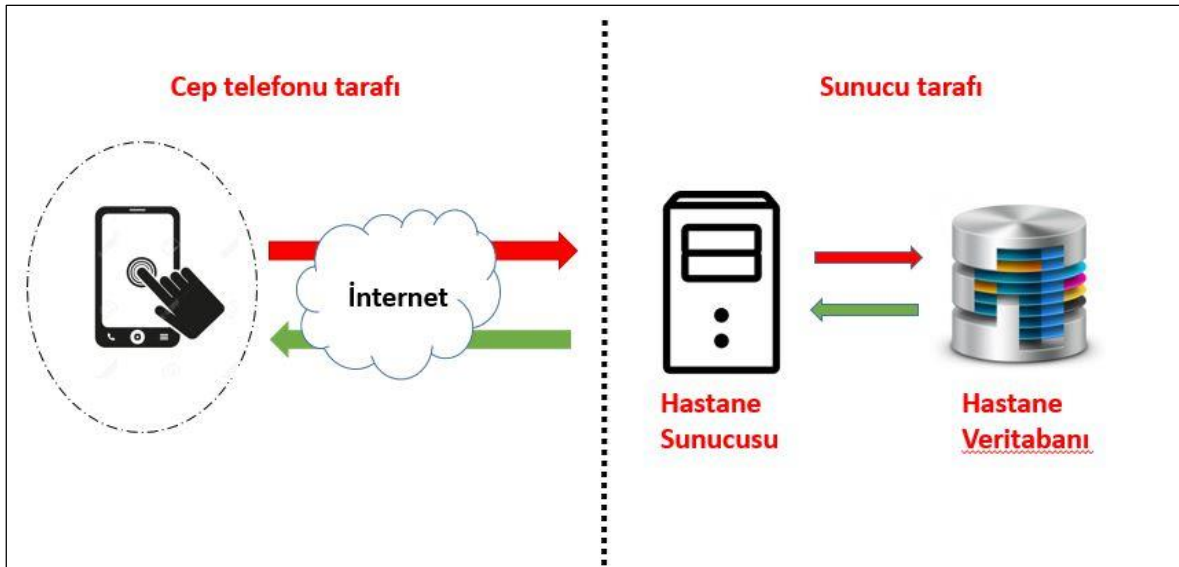
Hastane veri tabanında, ad, soyad ve alerjiler gibi hasta bilgileri, alerjen listeleri, yemek isimleri ve içerikleri ayrıca günlük olarak oluşturulmuş yemek menüleri bulunmakta ve veri tabanında güncellemeler yapılabilmektedir. Bu yolla, hastane veri tabanı, gerekli verileri sağlamak için güvenilir bir kaynak olarak çalışmaktadır.

Bu aşamadaki iş akışı aşağıdaki gibidir:

1. Hemşirenin hastaya ait bileklikteki etiketi mobil cihazıyla okumasıyla NFC uygulaması, hastanın benzersiz kimlik numaralarını kablosuz bağlantı yoluyla hastane sunucusuna gönderir (birinci aşama).
2. Hastane sunucusu, benzersiz kimliği alır ve işlenecek hastane veri tabanına aktarır.

3. Hastane veri tabanı benzersiz kimliği alır ve daha sonra benzersiz kimliği parametre olarak kullanarak sorguları çalıştırır.
4. Sorgular, hastanın alerji durumuna göre uygun menünün oluşturulabilmesi için hastane veri tabanında (hasta verileri, yemek içerikleri ve alerjen maddeler, günün menüsü) tarama yapar.
5. Hastane veri tabanı, gelen soruları cevaplar hastane sunucusuna sonuç gönderir.

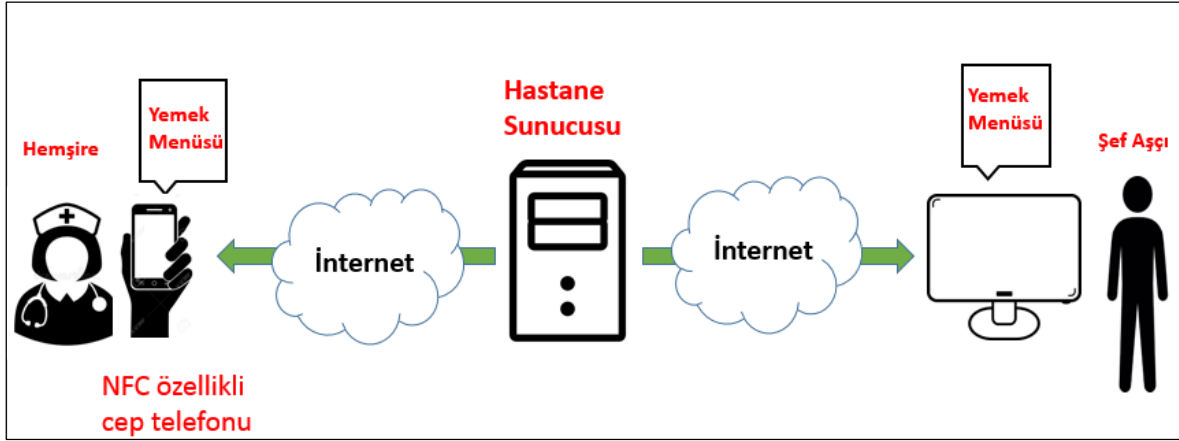
Özetle, bu aşama, akıllı telefon tarafı ile sunucu tarafı arasındaki bağlantıyı ve aynı zamanda, hastane veri tabanında yer alan benzersiz kimlikler sürecini açıklamaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bilgi alma aşaması

#### Üçüncü aşama (geribildirim)

Geribildirim, çerçevenin son aşamasıdır. Hastane sunucusu, hastane veri tabanından cevap olarak raporu (uygun menüyü), NFC uygulaması web ara yüzü üzerinden aşçıya ve mobil uygulamayı tetikleyen ilgili hemşireye göndermektedir (Şekil 4.3). Oluşturulan yemek menüsünün uygulama aracılığıyla iletilmesiyle süreç tamamlanmaktadır. Aşçı tarafından oluşturulup gönderilen menü hasta odasında ilgili hemşire tarafından tekrar karşılaştırılmakta ve hastaya yanlışlıkla uygun olmayan menünün sunulması olasılığı minimize edilmektedir.



Şekil 4.3. Geribildirim aşaması

#### Menü oluşturma fonksiyonu genel işlem basamakları

Menü oluşturma fonksiyonunun gerçekleşmesi için tanımlanmış işlem basamakları aşağıda genel olarak sıralanmıştır:

1. Etiket okunması
2. Etiket sahibi hastanın veri tabanındaki alerji bilgisinin alınması
3. Herhangi bir alerji yok ise günün menüsünün gönderilmesi
4. Hasta bilgisinde herhangi bir alerji durumu varsa ilk olarak günün menüsündeki alerji durumuna uygun olabilecek seçeneklerin gözden geçirilmesi. (Uygulamada öncelikli olarak standart menüdeki uygun yemekler önerilmektedir. Günün menüsü ana yemek, çorba, tatlı olarak sıralanmakta ve menü bileşenlerinden hastaya uygun olanlar veya değişmesi gerekenler bulunabilmektedir. Menü seçeneğindeki ana yemek hastaya uygunken çorba ve tatlı uygun olmayabilmektedir. Bu durumda program öncelikli olarak günün menüsündeki ana yemek, çorba ve tatlı seçeneklerini hastanın alerji durumuyla karşılaştırmakta ve uygun seçeneğin bulunması durumunda ilgili alan için (örneğin çorba) veri tabanında bir daha arama yapmayarak günün menüsündeki çorbayı direk olarak önerilen menüdeki çorba alanına yazmaktadır. Alerji durumuna uygun olmayan diğer menü içeriğini (ana yemek ve tatlı) alternatififiyle değiştirmektedir.)
5. Günün menüsü seçeneğinde hastanın alerji durumuna uygun olmayan menü içeriği için ( ana yemek, çorba, tatlı) içeriklerin hasta alerjenleriyle karşılaştırılması. (Ana

yemek için alerjenler ana yemek listesindeki içeriklerle, çorba seçeneği için çorba listesindeki içeriklerle, tatlı için tatlı listesindeki içeriklerle karşılaştırılmaktadır.)

6. Hastanın alerji durumuna uygun menü oluşturulması (ana yemek, çorba, tatlı olarak).
7. Menü seçeneğinin hemşire ve aşçı tarafından görüntülenmesi
8. Kişiye özel olarak menünün hazırlanması ve hastaya sunulması

#### 4.2.2. Güncelleme fonksiyonu

AlerjikMenü uygulaması, hastane veri tabanında hasta alerjisi bilgilerini güncelleme olanağına da sahiptir. Bu uygulama ile bir hemşirenin yeni bir alerji gözlemlemesi veya hastanın veri tabanında alerji kaydının olmaması durumunda hastanın alerji bilgisinin güncellenmesi sağlanabilmektedir. Bu özellik ile hastanın hastane veri tabanındaki alerji bilgilerinin sürekli güncel olması amaçlanmaktadır.

Uygulamada hasta bilgisi ancak NFC okutulduktan sonra alınabildiği için hasta bilgilerini güncelleme menüsü etiket okutulduktan sonra aktive olmaktadır. Güncelleme menüsüne tıklandığında, hasta için ek alerjen madde tanımlanabilmektedir. Fakat ekranlar arası geçişte NFC verisi kaybolduğundan (yeni ekran yüklenirken cihazın NFC okuyucusunu dinlemeye baştan başlaması gerektiğinden) önce tekrar etiket okutularak, menü ve butonların aktive edilmesi daha sonra alerjen seçilerek güncelleme yapılması gerekmektedir. Sağ üstteki geri dön butonuyla tekrar etiket tarama ekranına dönülebilmektedir. Güncellenme fonksiyonundaki sistem üç aşamalı olarak çalışmaktadır:

1. Hasta etiketini okuma
2. Hasta bilgilerini (alerji durumu)girme
3. Bilgiyi hastane veri tabanında bulunan hasta kayıtlarında yayınlama(güncelleme).

Her aşamanın kendi işlevi olmasına rağmen, birbirine bağlıdır. İlk aşamada, hasta etiketi okutulmakta, ikinci aşamada açılan ekranda ilgili hasta için açılan alanda gözlemlenen alerji seçeneği seçilerek güncelle butonuna basılmakta ve üçüncü aşamada benzersiz kimliğe ait yeni tanımlanmış olan alerji bilgisi veri tabanına gönderilmektedir.

### Etiket okuma aşaması

Bu aşamadaki akışı aşağıdaki gibidir:

1. Hemşire akıllı mobil telefonunda gömülü olarak bulunan NFC okuyucuyu kullanarak hastanın NFC etiketini okur.
2. NFC uygulaması, hastanın alerji durumunun güncellenebilmesi için alerji bilgilerinin girilebildiği bir ara yüz açar.

### Alerji bilgilerini girme aşaması

Bu evre, hemşire/hastabakıcı tarafından fark edilen ya da hastanın sonradan ortaya çıkabilecek olası alerji durumlarının veri tabanına eklenmesi için kullanılmaktadır. Hemşire, kablosuz bir bağlantı yoluyla hastane veri tabanına bağlı bir akıllı telefonu taşımaktadır. Akıllı telefon bir NFC okuyucu ile entegre ve alerjileri güncellemek için tasarlanmış bir NFC uygulamasına sahiptir. Bu aşamada NFC uygulaması okunan etikete bağlı hastaya yeni alerjinin tanımlanabildiği bir arayüz açarak seçimi alabilmekte ve hastane sunucusuna (veritabanı) göndermektedir.

### Bilgiyi yayınlama

Bu kısımda hastane veri tabanında hastanın alerji durumunu güncellemektedir. Güncelleme fonksiyonundaki işlemler menü oluşturma işlevinin ikinci aşamasına benzemektedir. İkisinde de akıllı telefon tarafı ve sunucu tarafı olmak üzere iki kısım bulunmaktadır. Ancak, NFC uygulaması, güncelleme fonksiyonunda menü oluşturma işlevinde olduğu gibi hastane veri tabanından bilgi almak için benzersiz kimlikleri kullanmamakta bunun yerine, alerji bilgilerini hastane veri tabanında doğru yere yerleştirmek için kullanılmaktadır.

### Güncelleme fonksiyonu ana işlem basamakları

Güncelleme fonksiyonunun gerçekleşmesi için tanımlanmış işlem basamakları aşağıda genel olarak sıralanmıştır:

1. Hemşire akıllı telefonuyla NFC okuyucuyu kullanarak hastanın NFC etiketini okur ve hasta bilgisini güncelle butonuna basar.
2. NFC uygulaması, hastanın etiketinden okunan benzersiz kimlik bilgilerini saklar ve alerji durumunun seçildiği bir ara yüz açar.
3. Hemşire NFC uygulamasında gözlenen alerji türünü seçer.
4. Hemşire, bilgileri hastane veri tabanına göndermek için güncelleme düğmesini tıklar.
5. Hemşire güncelleme düğmesine basarsa, NFC uygulaması, hastanın alerji tanımını kablosuz bağlantı yoluyla hastane sunucusuna gönderir.
6. Hastane sunucusu alerji tanımını alır ve daha sonra bunları işlenecek hastane veri tabanına aktarır.
7. Hastane veri tabanı, alerji tanımlamasını alır ve bilgileri hastane veri tabanında doğru yere eklemek için sorguları benzersiz kimlikleri parametre olarak kullanarak çalıştırır.
8. Son olarak, veri tabanı başarıyla güncellerse, Sunucu NFC uygulamasına bir başarı mesajı gönderir.

### **4.3. Uygulama Araçları**

Bu bölümde, alerjikMenü uygulamasında kullanılan araçlar açıklanmaktadır.

#### **4.3.1. NFC etiketleri**

Uygulamada ISO 14443-3a NXP Mifare Ultralight (ultralightc), NFC Forum type2 etiket kullanılmıştır. Bu etiket 137 byte veri depolama kapasitesine sahiptir ve 13.56 MHZ frekans aralığında çalışmaktadır. Uygulamada dört hasta örnek olarak ele alınmış ve her hastaya bir etiket tanımlanmıştır. Her etiketin, hasta tanımlanması için kullanılan benzersiz bir kimliği bulunmaktadır.

#### **4.3.2. Dâhili NFC okuyucuya sahip mobil telefon**

Bu uygulamada Android 6.0.1 sürümlü dâhili NFC okuyucu özelliğine sahip bir Samsung A7 model akıllı telefon kullanılmıştır. Bu akıllı telefon ile uygulama için oluşturulan Android NFC uygulamasının yüklenmesi ve NFC etiketlerinin benzersiz kimliklerinin okunabilmesi sağlanmaktadır.

### 4.3.3. MySQL

MySQL Özellikle web sunucularında sıkça kullanılan, veri tabanı gerektiren hemen hemen her ortamda rahatlıkla kullanılabilen, ASP, PHP gibi birçok web programlama dili ile uyumlu güçlü bir veri tabanı yönetim sistemidir.

Uygulamada veri tabanı aracı bir hastane veri tabanının yemekhane kısmının küçük bir bölümünü taklit eden bir veri tabanı oluşturmak için kullanılmıştır. Tasarlanmış veri tabanı uygulamanın ihtiyaçları için gerekli tüm verileri içermektedir. Veri tabanının içerdiği veriler aşağıda sıralanmaktadır:

Hasta bilgileri (hasta adı, soyadı, alerji durumu),

Süt alerjisi alerjen bileşenleri(süt, yoğurt, krema, peynir, tereyağı, margarin)

Glüten alerjisi alerjen bileşenleri (buğday, çavdar, arpa, yulaf, kepek, un, irmik, bulgur, nişasta, ekmek)

Balık alerjisi alerjen bileşenleri (balık, suşi, surimi, havyar)

Yumurta alerjisi alerjen bileşenleri (yumurta, yumurta akı, yumurta sarısı, mayonez, emülgatör)

Ana yemek listesi(yemek adı, içerdiği tüm bileşenler),

Çorba listesi (çorba adı, içerdiği tüm bileşenler),

Tatlı listesi (tatlı adı, içeriğindeki tüm bileşenler),

Günün menüsü (yemek adı, çorba adı, tatlı adı) verilerini içermektedir.

Alerjen grubu (süt alerjisi, yumurta alerjisi, glüten alerjisi, balık alerjisi)

### 4.3.4. Cordova

Cordova, yazılan HTML, CSS ve JS kodlarını mobil uygulama olarak çıktı veren, tamamen ücretsiz, açık kaynak kodlu ve Apache tarafından geliştirilmiş bir araçtır. Cordova ile cross platform mobil uygulamalar geliştirilebilmektedir. Yani tek bir kodla Android, iOS, Windows Phone ve BlackBerry uygulaması geliştirilebilmekte ve bu özellik ile diğer native uygulamalara göre avantaj oluşturmaktadır. Ancak performans açısından bakıldığında büyük çaptaki projelerde hibrit uygulamalar native uygulamalara göre geride kalmaktadır. Uygulamanın, Android uygulaması olarak oluşturulabilmesi için Android SDK yüklenerek

uygulama yeteneği genişletilmiş ve hastanede yatan hastalar için alerjilerine uygun yemek menüsü oluşturulması için bir mobil NFC uygulaması geliştirilmiştir.

#### 4.3.5. PHP

PHP, web geliştirme için kullanılan genel amaçlı komut dosyası dilidir. Bu uygulamada PHP uzak veri tabanındaki verileri(MySQL), android cihaza bağlamak için bir web servisi olarak çalışmaktadır Böylece, PHP komut satırları kullanılarak sorgular veri tabanına gönderilmekte ve yanıt android uygulamasına aktarılmaktadır.

### 4.4. Uygulamanın Modellenmesi

Bu kısımda, alerjik hastalar için yemek içeriklerinin tespit edilmesi ve doğru hastaya doğru yemek menüsünün sunulabilmesini sağlamak ve hastanın alerji durumunu güncellemek için geliştirilmiş olan NFC uygulaması açıklanmaktadır.

#### 4.4.1. Mobil uygulama ara yüzü

NFC'li uygulama için kullanıcı hemşire veya hastabakıcıdır ve uygulama hemşire/hastabakıcı mobil telefonuna yüklenmektedir. Resim 4.1'de uygulamanın yüklendiği akıllı telefondaki görüntüsü gösterilmektedir.



Resim 4.1. Mobil uygulama ara yüzü

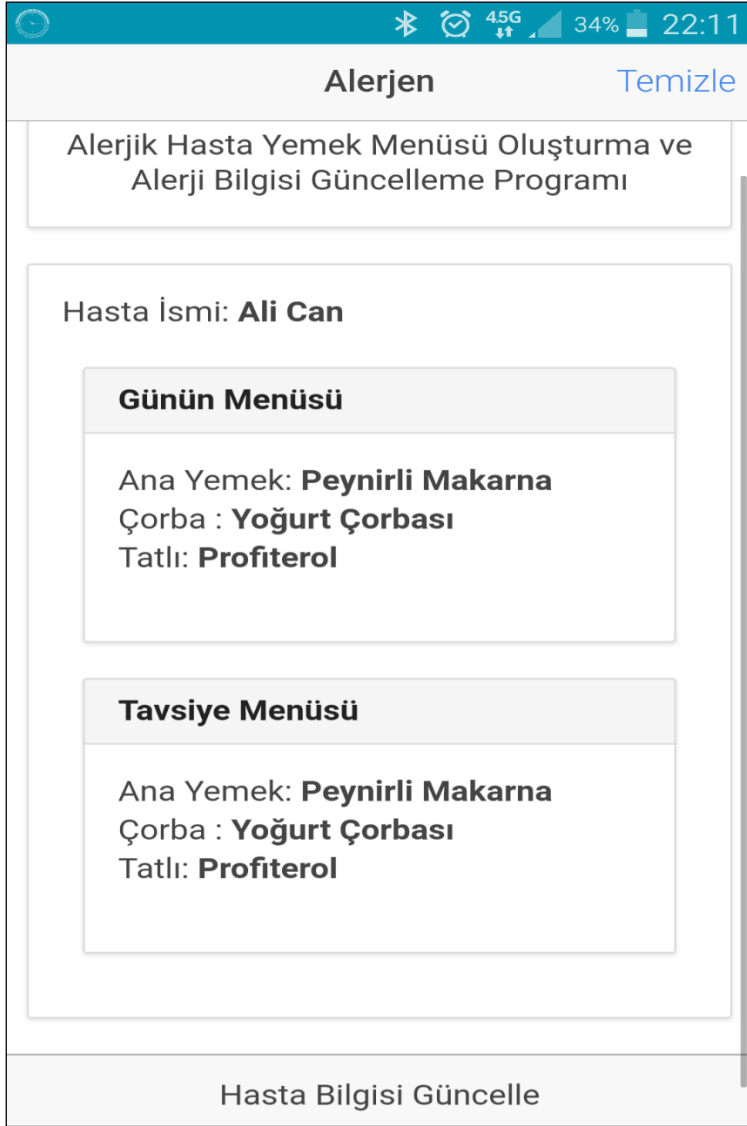
Mobil uygulamaya girildiğinde Resim 4.2’ deki ekran açılmakta ve hasta etiketinin okunması beklenmektedir.



Resim 4.2. Mobil uygulama ana ekranı

Etiket okunduktan sonra hastaya uygun yemek seçeneği sunulmakta ve güncelleme eğer istenirse bu aşamada yapılabilmektedir.

İlk denememizde okunan etikette Ali Can adlı hasta tanımlanmıştır ve hastanın alerji kaydında hiçbir alerji bulunmamaktadır. Bu durumda sistem günün menüsünü hiç değiştirmeden hastaya önermektedir (Resim 4.3).



Resim 4.3. Herhangi bir alerjisi olmayan hastaya günün menüsünün tavsiye edilmesi

Resim 4.3'deki ekranda 'Hasta Bilgisi Güncelle' seçeneği seçilerek mobil uygulama üzerinden veri tabanı güncellenebilmektedir.

Örneğimizde daha önce alerji kaydı olmayan ve NFC etiketinde {"userid": "7"} olarak tanımlanmış olan Ali CAN adlı hastaya yumurta alerjisi tanımlamak istenmiş ve çıkan ekranda (Resim 4.4) alerjenler kısmı açılarak (Resim 4.5) yumurta alerjisi seçilmiştir.

Alerjen İptal

Hasta Alerjen Bilgilerini Güncelle

Hasta İsmi: **Ali Can**

Hasta Kimlik No: 7

**Eklemek istediğiniz Alerjeni Seçin**

Alerjenler : ▼

Hasta Bilgisi Güncelle

Resim 4.4. Alerji güncelleme ana ekranı

Alerjen İptal

Hasta Alerjen Bilgilerini Güncelle

☒ ☐ ☐ ☐

Gluten Alerjisi

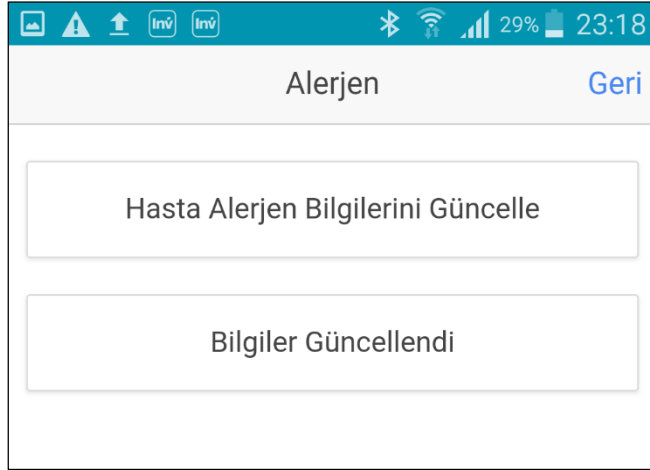
Süt Alerjisi

Yumurta Alerjisi

Balık Proteini

Resim 4.5. Hasta alerji ekleme seçim ekranı

Ali CAN adlı hastaya yumurta alerjisi tanımlaması yapıldıktan sonra Resim 4.4'deki ekrandan hasta bilgilerini güncelle seçeneği tıklanarak bilginin veri tabanına aktarılması sağlanmış ve bilgilerin güncellendiği bilgisi ekrana aktarılmıştır (Resim 4.6).



Resim 4.6. Alerji durumunun veri tabanında güncellenmesi

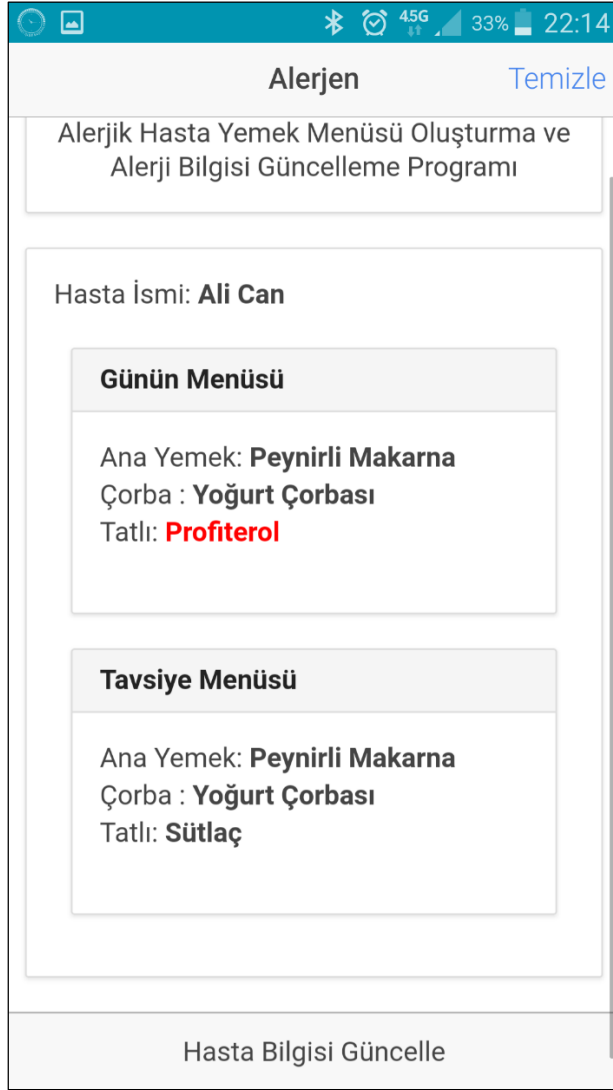
Güncelleme yapıldıktan sonra hasta etiketi tekrar okutulduğunda sistem hastanın alerji durumundan yumurtaya alerjisi olduğunu tespit ederek yumurta alerjisi alerjen bileşenlerini (yumurta, yumurta akı, yumurta sarısı, mayonez, emülgatör) günün menüsünde bulunan peynirli makarna, yoğurt çorbası ve profiterol içeriğinde aramaktadır. Günün yemeği seçeneğindeki içerik bilgileri aşağıdaki gibidir:

Peynirli makarna içeriği: Peynir, makarna

Yoğurt Çorbası İçeriği: Pirinç, un, yoğurt, tuz

Profiterol İçeriği: Su, Un, Margarin, Yumurta, Süt, Şeker, Vanilya, Kakao

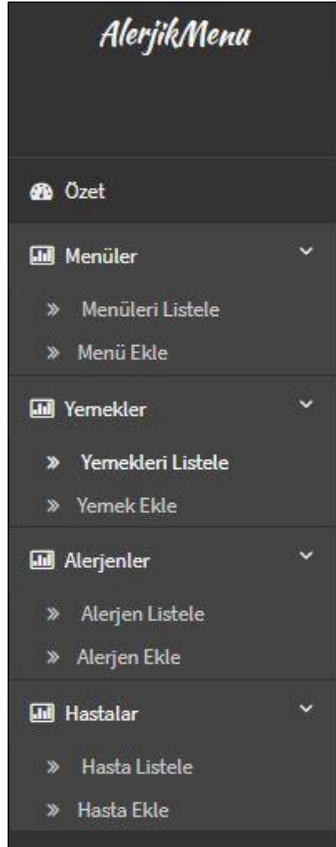
Sistem yumurta alerjen bileşenlerini yemek, çorba ve tatlı seçenekleri içerisinde aramakta ve günün menüsünden (ana yemek, çorba, tatlı) uygun olan seçeneği hastaya tavsiye olarak yazmaktadır. Uygulama ile hastanın alerjisine uymayan seçenek alerji durumuna uygun bir seçenekle değiştirilmekte ve tavsiye menü sunmaktadır. Testimizde sistem hastaya içeriğinde yumurta bulunan profiterol yerine sütlaç önermiştir (Resim 4.7 ).



Resim 4.7. Hastaya alerjisine uygun menünün sunulması

#### 4.4.2. Web ara yüzü

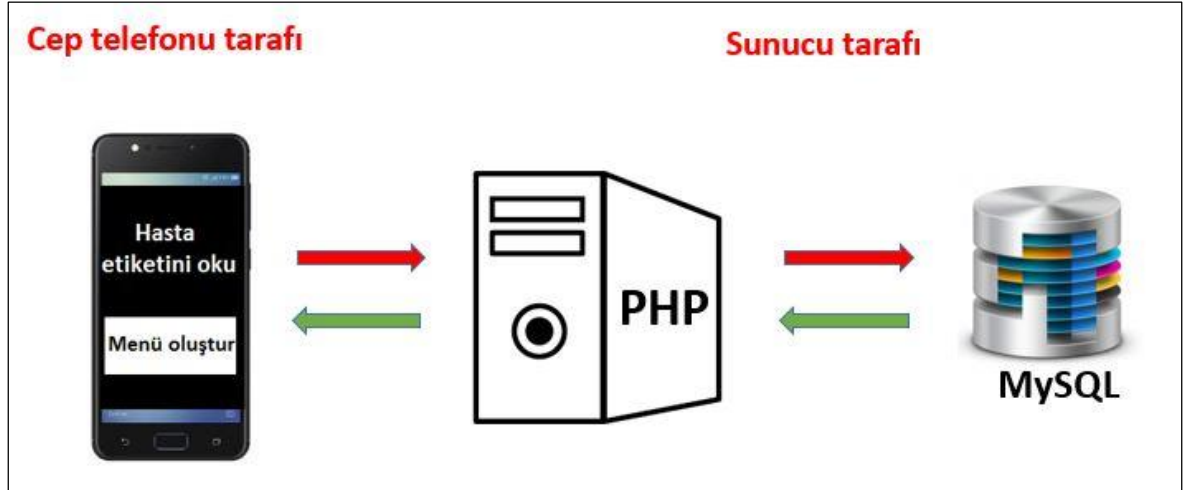
Web ara yüzü üzerinden yetkili kişiler erişerek yeni hasta tanımlayabilmekte, alerjen gruplarına bileşen ekleyebilmekte, günlük yemek menüsü oluşturabilmekte, yemek ve yemek içeriği ekleyebilmektedir. Ayrıca aşçı web arayüzü üzerinden hazırlayacağı yemekleri kontrol etmektedir. Resim 4.7’de web ara yüzü gösterilmiştir.



Resim 4.8. Alerjikmenü uygulaması web ara yüzü

Uygulamada dört hasta tanımlaması yapılarak ve NFC uygulamasına etiketlerin benzersiz kimliklerini saklamak için Android 6.0.1 sürümlü bir Samsung A7 model akıllı telefon kullanılmıştır.

Bilgi alma aşamasında NFC uygulaması ve PHP arasındaki bağlantı, hasta etiketi okunduktan hemen sonra başlatılmakta ve benzersiz kimlikler PHP'ye gönderilmektedir. PHP, hastanın alerji durumu ve alerjiye sebep olabilecek içeriklere ait sorgularını çalıştırmak için etiket verisini MySQL'e (hastane veri bankası) göndermektedir. Sorgu, hastanın alerjisinin olup olmadığını ya da yemeklerde potansiyel bir alerjen bileşenin olup olmadığını kontrol etmek için hastane veri tabanında tarama yapmaktadır. Sorgu çalıştırıldıktan sonra, MySQL sonuçları PHP'ye göndermekte son olarak da PHP sorgu sonuçlarını analiz ederek NFC mobil uygulamasına göndermektedir. Şekil 4.5'te NFC mobil uygulaması, PHP ve MySQL arasındaki bağlantı gösterilmiştir.



Şekil 4.4. NFC mobil uygulaması, PHP ve MySQL arasındaki bağlantı

## 5 SONUÇLAR

Bilgi ve iletişim teknolojisi ve tıbbi teknolojilerdeki ilerlemelerle birlikte, neredeyse tüm dünyada, sağlık sektöründe farklı alanlarda önemli finansal kaynaklar tahsis edilmiştir. Bu eğilime bağlı olarak sağlık hizmeti sunucuları arasında büyük bir rekabet ortamı oluşmuştur. Teknolojik gelişmelerle birlikte tıbbi hizmetlerin verimli bir şekilde ve uygun bir maliyetle halka arz edilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan araştırma ve uygulama örneklerine bakıldığında sağlık sektöründe mobil cihaz ile veri aktarım senaryolarının arttığı görülmektedir. NFC, cihazlar arasında oluşturduğu güvenli iletişim kanalı nedeniyle sağlık sektöründeki aktörler arasında kablosuz iletişim için tercih edilir olmuştur. Sağlık sektöründe NFC'nin kullanımı ile sunulan hizmetlerin iyileştirilmesi, verimliliğin artırılması, medikal hataların azaltılması, masrafların azalması, hasta kayıtlarının kolaylaştırılması, hasta konforunun artması, personel yükünün azaltılması sağlanmaktadır.

NFC'nin insan vücudundaki implante cihazlar için pil kullanımı gereksinimini ortadan kaldırması, tıbbi sensörlerin daha küçük hale gelmesini sağlaması, termometre, glukometre gibi harici sistemler ile doğrudan iletişim kurabilmesi gibi sağlayacağı işlevsellikler kullanım alanını arttıracaktır.

Bu tez çalışmasında, alerjik hastaların hastanede kalış süresi boyunca diyetlerine uygun olarak beslenebilmeleri, doğru hastaya doğru yemek menüsünün sunulmasının sağlanması, hastane yemek içeriklerinin tespit edilmesi ve hastaya uygun olmayan alerjen içeren yemek seçeneğinin hastanın menüsünden çıkarılarak alternatif sunulması sağlanmaktadır. Ayrıca hastanın daha önceden kaydedilmemiş olan alerji durumu da güncellenebilmekte ve hasta menüsü alerji durumuna göre düzenlenebilmektedir. Uygulama, hemşire/hastabakıcı tarafından yemek sunumu öncesinde ilgili aşçının hastanın alerji durumuyla ilgili bilgilendirilmesini ve alerjisine uygun menünün sunulmasını sağlamaktadır. Bu uygulama ile hastaların diyetlerine uygun olan ancak emin olamadıkları için yemekten imtina ettikleri yemekleri güvenle yemeleri sağlanmakta, diyetlerine uygun menüler oluşturulmakta ve olası sağlık sorunlarının engellenmesi sağlanarak sağlık hizmet kalitesini arttırmaktadır. Uygulamanın yeniliği, hastanın gizliliğini ve güvenliğini tehdit etmeden veya tıbbi cihazlarla elektromanyetik parazit oluşturmadan hastanın alerji durumuna uygun menünün

oluşturulması ve alerjik etkileşimlerin önlenme sürecinin hızlandırılması için kullanımı kolay bir kullanıcı ara yüzüne sahip NFC özellikli bir akıllı telefon kullanılmasıdır. Literatür taramasına göre, bu önerilen sistem türünün ilk örneğidir.

Yapılan literatür taramaları NFC teknolojisinin sağlık sektöründe çok farklı senaryolarda kullanılabileceğini göstermesine rağmen, geliştirilen uygulamaların çoğunlukla prototip seviyesinde kaldığı görölmektedir. Akademik çalışmalarda alternatif, yenilikçi çözüm önerilerinin artmasıyla teknolojinin açıklarının daha iyi araştırılması sağlanacak ve NFC teknolojisinin piyasadaki örnek sayısında artış olacaktır. Sıhhi alanda NFC kullanımının kolaylığı ve diğer avantajlarının görölmesiyle pek çok ticari firma NFC'nin sağlık sektöründe yaratacağı avantaj ve sağlayacağı kazançtan dolayı teknolojiye daha çok yatırım yapacaktır. Sağlık sektöründe kablosuz teknolojilerin kullanımının artmasıyla sağlık kalitesi ve maliyet kazancı konusunda artış olacağı aşıkârdır.

## KAYNAKLAR

1. Coskun, V., K. Ok,B. Ozdenizci. (2011). *Near field communication (NFC): from theory to practice*.(1.Baskı). United Kingdom: John Wiley & Sons, 234-678.
2. Chang, H. (2015). *Everyday NFC: Near Field Communication Explained*. (2. Baskı).Coach Seattle: Incorporated, 1-90.
3. Sabella, R.P., Mueller,John Paul. (2016). *NFC for Dummies*.(1.Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons, 21-265.
4. İnternet: Forum, N. ((n,d)). Our Mission & Goals. Erişim adresi:<https://nfc-forum.org/about-us/the-nfc-forum/>. Son Erişim Tarihi: 18/05/2018
5. İnternet: Square, I. (2017). History of Near Field Communication. Erişim adresi:<http://nearfieldcommunication.org/history-nfc.html>. Son Erişim Tarihi: 18/05/2018
6. İnternet: Katzman, J. (2006). NFC Forum Publishes Specification For “SmartPoster” Records. Erişim adresi:<https://nfc-forum.org/newsroom/nfc-forum-publishes-specification-for-smartposter-records/>. Son Erişim Tarihi: 18/05/2018
7. İnternet: Clark, S. (2010). Google unveils first Android NFC phone but Nexus S is limited to tag reading only for now. Erişim adresi:<https://www.nfcworld.com/2010/12/07/35385/google-unveils-first-android-nfc-phone-but-nexus-s-is-limited-to-tag-reading-only-for-now/>. Son Erişim Tarihi: 18/05/2018
8. Ahson, S.A.,M. Ilyas. (2011). *Near field communications handbook*.(e-book). Boca Raton: CRC Press,25-342.
9. İnternet: Wikipedia. ((n,d)). Near Field Communication. Erişim adresi:<https://tr.scribd.com/document/73625263/Near-Field-Communication>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
10. İnternet: Forum, X. (2013). NFC Tags. Erişim adresi:[https://forum.xda-developers.com/wiki/NFC\\_Tags](https://forum.xda-developers.com/wiki/NFC_Tags). Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
11. Özdenizci, B. (2012). *Designing Innovative Applications Using Near Field Communication (NFC) Technology* (Vol. Master): Işık University.
12. İnternet: NFC-Lab. ((n,d)). What is NFC? Erişim adresi:<https://www.nfclab.com/aboutnfc.html>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
13. İnternet: Simalliance. (2013). NFC Secure Element Stepping Stones. Erişim adresi:[http://simalliance.org/wp-content/uploads/2015/03/NFC\\_Secure\\_Element\\_Stepping\\_Stones\\_v1.0.pdf](http://simalliance.org/wp-content/uploads/2015/03/NFC_Secure_Element_Stepping_Stones_v1.0.pdf). Son Erişim Tarihi: 20/05/2018

14. İnternet: Clark, S. (2012). Inside Secure to offer cloud-based NFC secure element solution. Erişim adresi: <https://www.nfcworld.com/2012/09/25/318059/inside-secure-to-offer-cloud-based-nfc-secure-element-solution/>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
15. İnternet: cc, N. (2011). NFC. Erişim adresi: <http://www.nfc.cc/technology/nfc/>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
16. İnternet: Forum, N. ((n,d)). What It Does. Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/what-it-does>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
17. İnternet: Forum, N. ((n,d)). What are the operating modes of NFC devices? Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/resources/what-are-the-operating-modes-of-nfc-devices/>. Son Erişim Tarihi: 20/05/2018
18. İnternet: Main, J. (2009). NFC Technology Overview. Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/wp-content/uploads/2013/12/Technical-Architecture.pdf>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
19. İnternet: Forum, N. ((n,d)). Record Type Definition Technical Specifications. Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/record-type-definition-technical-specifications/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
20. İnternet: NXP. (2017). NFC Everywhere. Erişim adresi: <https://www.nxp.com/docs/en/supporting-information/BL-STI-NFC-is-everywhere-Hannibal-Su.pdf>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
21. İnternet: Forum, N. ((n,d)). N-Mark. Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/our-work/nfc-branding/n-mark/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
22. İnternet: Platform, G. ((n,y)). GlobalPlatform made simple guide: Secure Element. Erişim adresi: <https://www.globalplatform.org/mediaguideSE.asp>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
23. İnternet: Simalliance. ((n,d)). Mission & Objectives. Erişim adresi: <http://simalliance.org/about-us/mission-objectives/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
24. İnternet: Consortium, W.C. ((n,d)). W3C Mission. Erişim adresi: <https://www.w3.org/Consortium/mission>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
25. İnternet: International, E. ( 2013). Near Field Communication Interface and Protocol -2 (NFCIP-2) Erişim adresi: <https://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-352.pdf>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
26. İnternet: Forum, M. (2011). White Paper/ Business models for NFC payments. Erişim adresi: <https://www.mobeyforum.org/download/?file=2011-Oct-Mobey-Forum-whitepaper-Business-Models.pdf>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018

27. İnternet: Gemalto. (2008). The role of the Trusted Service Manager (TSM). Erişim adresi: <https://www.gemalto.com/companyinfo/digital-security/techno/inspired/nfc/tsm>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
28. Kadambi, K.S., J. Li, A.H. Karp. (2009). *Near-field communication-based secure mobile payment service*. Paper presented at the Proceedings of the 11th international Conference on Electronic Commerce. p.p: 142-151
29. İnternet: Research, I. ((n,d)). Near Field Communication in the real world /Turning the NFC promise into profitable, everyday applications Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/wp-content/uploads/2017/08/NFC-Real-World-I.pdf>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
30. Strommer, E., J. Kaartinen, J. Parkka, A. Ylisaukko-oja, I. Korhonen. (2006). *Application of near field communication for health monitoring in daily life*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE. p.p: 3246-3249
31. Iglesias, R., J. Parra, C. Cruces, N.G. de Segura. (2009). *Experiencing NFC-based touch for home healthcare*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd international conference on pervasive technologies related to assistive environments. p.p: 27
32. Bravo, J., R. Hervás, R. Gallego, G. Casero, M. Vergara, T. Carmona, C. Fuentes, D. Gachet, S. Nava, G. Chavira. (2008). *Identification technologies to support Alzheimer contexts*. Paper presented at the Proceedings of the 1st international conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments. p.p: 53
33. Bravo, J., D. López-De-Ipiña, C. Fuentes, R. Hervás, R. Peña, M. Vergara, G. Casero. (2008). Enabling NFC technology for supporting chronic diseases: A proposal for alzheimer caregivers. *Ambient Intelligence*. p.p: 109-125
34. Sethia, D., S. Jain, H. Kakkar. (2012). Automated NFC Enabled Rural Healthcare for Reliable Patient Record Maintainance. *Studies in health technology and informatics*, p.p: 104-113
35. Gune, A., A. Bhat, A. Pradeep. (2013). *Implementation of Near Field Communication based healthcare management system*. Paper presented at the Industrial Electronics and Applications (ISIEA), 2013 IEEE Symposium on. p.p: 195-199.
36. Morak, J., D. Hayn, P. Kastner, M. Drobics, G. Schreier. (2009). *Near field communication technology as the key for data acquisition in clinical research*. Paper presented at the Near Field Communication. NFC'09. First International Workshop on. p.p: 15-19
37. Prinz, A., P. Menschner, J.M. Leimeister. (2012). Electronic data capture in healthcare—NFC as easy way for self-reported health status information. *Health Policy and Technology*, 1(3). p.p: 137-144.

38. Prinz, A., P. Menschner, M. Altmann, J.M. Leimeister. (2011). *inSERT--An NFC-based Self Reporting Questionnaire for Patients with Impaired Fine Motor Skills*. Paper presented at the Near Field Communication (NFC), 2011 3rd International Workshop on.p.p: 26-31.
39. Menschner, P., A. Prinz, P. Koene, F. Köbler, M. Altmann, H. Krcmar, J.M. Leimeister. (2011). Reaching into patients' homes--participatory designed AAL services. *Electronic Markets*, 21(1), p.p: 63-76.
40. Sidén, J., V. Skerved, J. Gao, S. Forsström, H.-E. Nilsson, T. Kanter, M. Gulliksson. (2011). *Home care with nfc sensors and a smart phone*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies.p.p: 150
41. Opperman, C.A., G.P. Hancke. (2011). *A generic NFC-enabled measurement system for remote monitoring and control of client-side equipment*. Paper presented at the Near Field Communication (NFC), 2011 3rd International Workshop on.p.p: 44-49.
42. Karim, M.F.A., R. Muhamad. (2006). *Integration of near field communication (NFC) and bluetooth technology for medical data acquisition system*. Paper presented at the Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Signal Processing, Computational Geometry & Artificial Vision.p.p: 147-152.
43. Morak, J., A. Kollmann, G. Schreier. (2007). *Feasibility and usability of a home monitoring concept based on mobile phones and near field communication (NFC) technology*. Paper presented at the Medinfo.p.p: 112-116.
44. Krishna, A.G., C. Sreevardhan, S. Karun, S.P. Kumar. (2013). NFC-based hospital Real-Time Patient management system. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4(4), 626-629. p.p: 626-629.
45. Marcus, A., G. Davidzon, D. Law, N. Verma, R. Fletcher, A. Khan, L. Sarmenta. (2009). *Using NFC-enabled mobile phones for public health in developing countries*. Paper presented at the Near Field Communication, 2009. NFC'09. First International Workshop on.p.p: 30-35.
46. Patil, V., N. Varma, S. Vinchurkar, B. Patil. (2014). *NFC based health monitoring and controlling system*. Paper presented at the Wireless Computing and Networking (GCWCN), 2014 IEEE Global Conference on.p.p: 133-137.
47. Bhadoriya, K., R. Humbe, Y. Kodgire, M.S. Phule. (2015). NFC Based Healthcare System. *IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 6(2), p.p: 1364-1366.
48. Köstinger, H., M. Gobber, T. Grechenig, B. Tappeiner, W. Schramm. (2013). *Developing a NFC based patient identification and ward round system for mobile devices using the android platform*. Paper presented at the Point-of-Care Healthcare Technologies (PHT), 2013 IEEE.p.p: 176-179

49. Devendran, A., D.T. Bhuvaneswari,A.K. Krishnan. (2012). Mobile Healthcare System using NFC Technology. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues, ISSN (Online)*.
50. Sankarananrayanan, S.,S.M.A. Wani. (2014). *NFC enabled intelligent hospital appointment and medication scheduling*. Paper presented at the Information and Communication Technology (ICoICT), 2014 2nd International Conference on.p.p: 24-29
51. Mey, Y.S.,S. Sankaranarayanan. (2013). *Near field communication based patient appointment*. Paper presented at the Cloud & Ubiquitous Computing & Emerging Technologies (CUBE), 2013 International Conference on.p.p: 98-103.
52. Symey, Y., S. Sankaranarayanan,S.N. binti Sait. (2013). Application of smart technologies for mobile patient appointment system. *International Journal*, 2(4).
53. Benner, P., V. Sheets, P. Uris, K. Malloch, K. Schwed,D. Jamison. (2002). Individual, practice, and system causes of errors in nursing: a taxonomy. *Journal of Nursing Administration*, 32(10). p.p: 509-523.
54. Lahtela, A., M. Hassinen,V. Jylha. (2008). *RFID and NFC in healthcare: Safety of hospitals medication care*. Paper presented at the Pervasive Computing Technologies for Healthcare. PervasiveHealth 2008. Second International Conference on.p.p: 241-244
55. Vergara, M., P. Díaz-Hellín, J. Fontecha, R. Hervás, C. Sánchez-Barba, C. Fuentes,J. Bravo. (2010). *Mobile prescription: An NFC-based proposal for AAL*. Paper presented at the Near Field Communication (NFC), 2010 Second International Workshop on.p.p: 27-32.
56. Jara, A.J., A.F. Alcolea, M. Zamora, A.G. Skarmeta,M. Alsaedy. (2010). *Drugs interaction checker based on IoT*. Paper presented at the Internet of Things (IOT), p.p: 1-8
57. Ervasti, M., M. Isomursu,I.I. Leibar. (2011). *Touch-and audio-based medication management service concept for vision impaired older people*. Paper presented at the RFID-Technologies and Applications (RFID-TA), 2011 IEEE International Conference on.p.p: 244-251.
58. Favela, J., M. Tentori, L. Castro, V. Gonzalez, E. Moran,A. Martinez. (2006). Estimating Hospital Workers' Activities and its use in Context-Aware Hospital Applications. *Pervasive Healthcare, Innsbruck, Austria*.
59. Fontecha, J., R. Hervas, J. Bravo,V. Villarreal. (2011). *An NFC approach for nursing care training*. Paper presented at the Near Field Communication (NFC), 2011 3rd International Workshop on.p.p: 38-43.
60. Bravo, J., R. Hervas, C. Fuentes, G. Chavira,S.W. Nava. (2008). *Tagging for nursing care*. Paper presented at the Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2008. PervasiveHealth 2008. Second International Conference on.p.p: 305-307.

61. Bravo, J., G. Casero, M. Vergara, C. Fuentes, R. Peña, R. Hervás, V. Villarreal. (2009). *Supporting clinical information management by NFC technology*. Paper presented at the 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, p.p: 1734-1737.
62. İnternet: Global, S. (2011). Sony releases "NFC Healthcare Library", an application development software to facilitate data exchange between NFC/FeliCa compatible smart phones and NFC-enabled healthcare devices. Erişim adresi: <https://www.sony.net/Products/felica/business/information/111004.html>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018.
63. İnternet: Cassidy, R. (2013). NFC Forum Issues First Health Care Technical Specification and Two Candidate Technical Specifications. Erişim adresi: <https://nfc-forum.org/newsroom/nfc-forum-issues-first-health-care-technical-specification-and-two-candidate-technical-specifications/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
64. Sharma, V., P. Gusain, P. Kumar. (2013). Near field communication. *Department of Computer Science & Engineering Tula's Institute, The Engineering and Management College, Dehradun, Uttarakhand, 248001*.
65. Christe, B., E. Cooney, G. Maggioli, D. Doty, R. Frye, J. Short. (2008). Testing potential interference with RFID usage in the patient care environment. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 42(6), p.p: 479-484
66. İnternet: Tech., H. (2013). Near Field Communication in Medical Devices Erişim adresi: [https://www.hcltech.com/sites/default/files/near\\_field\\_communication\\_in\\_medical\\_devices.pdf](https://www.hcltech.com/sites/default/files/near_field_communication_in_medical_devices.pdf). Son Erişim Tarihi: 21/05/2018.
67. Jain, G., S. Dahiya. (2015). NFC?: Advantages, Limits and Future Scope. *vol, 4*, p.p: 1-12
68. Lahtela, A. (2009). *A short overview of the RFID technology in healthcare*. Paper presented at the Systems and Networks Communications, 2009. ICSNC'09. Fourth International Conference on, p.p: 165-169.
69. Tamay, Z. (2010). İnek sütü alerjisi. *Klinik Tıp Pediatri*, p.p: 14-18.
70. İnternet: Türkiye, A. ((n,d)). Besin alerjileri. Erişim adresi: <http://www.aid.org.tr/hastaliklar/alerji-ve-bagisiklik-sistemi-hastaliklari/besin-alerjisi/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018
71. İnternet: Başak, E. (2013). Anafilaksi nedir, tanı ve tedavisi nasıl yapılır? Erişim adresi: <https://www.medikalakademi.com.tr/anafilaksi-nedir-tani-ve-tedavisi-nasil-yapilir/>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018.
72. İnternet: Tuncer, A. (2017). Besin Alerjisi Nedir ? Erişim adresi: <http://www.losante.com.tr/Blog/Detail/2029>. Son Erişim Tarihi: 21/05/2018.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: KIZGIN ERKİZ, Songül

Uyruğu: TC

Doğum tarihi ve yeri: 06.02.1984 - Diyarbakır

Medeni hali: Evli

Telefon: 05326280447

e-mail: songul-kizgin@hotmail.com



| Eğitim Derecesi | Okul/Program                              | Mezuniyet Yılı |
|-----------------|-------------------------------------------|----------------|
| Yüksek Lisans   | Gazi Ü. Elektronik Bilgisayar Eğitimi     | Devam ediyor.  |
| Lisans          | Dicle Ü. Elektrik Elektronik Mühendisliği | 2005           |

| İş Deneyimi, Yıl | Çalıştığı Yer       | Görev/Unvan              |
|------------------|---------------------|--------------------------|
| 8                | Sağlık Bakanlığı    | Elektrik Elektronik Müh. |
| 3                | MTA Genel Müdürlüğü | Elektrik Elektronik Müh. |
| 1,5              | Ak-Dal Mühendislik  | Teknik Uygulama/Proje    |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

KIZGIN ERKİZ, Songül. COŞKUN, A. (2018). NFC Teknolojisinin Sağlık Alanında Kullanımı. *Mühendislik Alanında Akademik Çalışmalar*. Gece Kitaplığı. Ankara. pp: 53-71



**GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR**